

# Utjecaj dodatka ječmenog slada na svojstva čajnog peciva

---

**Martinović, Slaviša**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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:109:113242>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**

REPOZITORIJ

**PTF**

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**

**Slaviša Martinović**

**UTJECAJ DODATKA JEČMENOG SLADA NA SVOJSTVA ČAJNOG PECIVA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Osijek, rujan, 2018.**

## 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

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija  
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda  
Tema rada je prihvaćena na X. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2017./2018. održanoj 12. srpnja 2018.  
Mentor: izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*  
Komentor: doc. dr. sc. *Kristina Mastanjević*  
Pomoć pri izradi: doc. dr. sc. *Jasmina Lukinac Čačić*

### UTJECAJ DODATKA JEČMENOG SLADA NA SVOJSTVA ČAJNOG PECIVA

Slaviša Martinović, 428-DI

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna s brašnom specijalnih tipova pivarskog ječmenog slada (karamelni i prženi slad) na fizikalna i senzorska svojstva čajnog peciva. Ovo brašno se dodavalo kao zamjena za pšenično brašno u količinama od 20, 40 i 60%, a navedene smjese koristile su se u laboratorijskoj proizvodnji čajnog peciva. Određena su fizikalna svojstva kao što su širina, visina, faktor širenja, volumen, čvrstoća i boja čajnog peciva te je provedena senzorska ocjena uzoraka.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da zamjena dijela pšeničnog brašna sladnim brašnom značajno utječe na fizikalne pokazatelje kvalitete čajnog peciva. Širina čajnog peciva se povećavala, a debljina smanjivala, što je rezultiralo značajnim povećanjem faktora širenja čajnog peciva. Povećanjem udjela sladnog brašna volumen čajnog peciva se smanjivao. Prženi tamni slad značajno je povećavao čvrstoću čajnog peciva dok dodatak do 40% karamelnog slada nije imao značajnog utjecaja. Dodatak prženog slada uzrokovao je značajnu promjenu boje i rezultirao izrazito tamnom, gotovo crnom površinom čajnog peciva. Čajno pecivo s dodatkom karamelnog slada imalo je ugodnu slatkastu aromu karamela i puni okus dok je dodatak tamnog prženog slada uzrokovao preistaknutu gorčinu uzoraka te se upotreba ove vrste slada može preporučiti samo u količinama manjim od 20%.

Ključne riječi: čajno pecivo, sladno brašno, fizikalna svojstva, senzorska svojstva

Rad sadrži: 37 stranica  
16 slika  
21 literaturna referenca

Jezik izvornika: Hrvatski

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

|    |  |               |
|----|--|---------------|
| 1. | prof. dr. sc. <i>Daliborka Koceva Komlenić</i> | predsjednik   |
| 2. | izv. prof. dr. sc. <i>Marko Jukić</i>          | član-mentor   |
| 3. | doc. dr. sc. <i>Kristina Mastanjević</i>       | Član-komentor |
| 4. | doc. dr. sc. <i>Jasmina Lukinac Čačić</i>      | zamjena člana |

Datum obrane: 28. rujna 2018.

**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

Scientific area: Biotechnical sciences  
Scientific field: Food technology  
Course title: Technology of pasta and biscuit production  
Thesis subject: was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. X held on July 12, 2018.  
Mentor: *Marko Jukić*, PhD, associate prof.  
Co-supervisor: *Kristina Mastanjević*, PhD, assist. prof.  
Technical assistance: *Jasmina Lukinac Čačić*, PhD, assist. prof.

### THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF BARLEY MALT ON THE PROPERTIES OF TEA BISCUITS

Slaviša Martinović, 428-DI

**Summary:** The aim of this study was to investigate the effect of replacing part of wheat flour (20, 40 and 60 %) with malted barley flour (special caramel and roasted malt for brewing) on physical and sensory quality of cookies. Width, thickness, spread factor, volume, hardness and colour of cookies were evaluated. Sensory evaluation was also conducted.

Based on the results of the research carried out it can be concluded that replacing part of wheat flour with malted barley flour had significant influence on majority of the observed physical parameters. Cookie width increased and the thickness decreased, resulting in a significant increase of cookie spread factor. By increasing the share of malt flour, the volume of cookies has decreased. Roasted dark malt significantly increased the cookie hardness while the addition of up to 40% caramel malt had no significant influence. Roasted malt has caused a significant change in colour and resulted in an extremely dark, almost black surface of cookies. Caramel malt cookies had a nice sweetish flavour of caramel and full flavour while the addition of dark roasted malt caused bitterness of the samples and the use of this type of malt can only be recommended in quantities of less than 20%.

Key words: cookie, malted barley flour, physical properties, sensory evaluation

Thesis contains: 37 pages  
16 figures  
21 references

Original in: Croatian

#### Defense committee:

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

Defense date: September 28, 2018

**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 ZA IZRADU ČAJNOG PECIVA.....                         | 4         |
| 2.2.1. Pšenično brašno.....  | 4         |
| 2.2.2. Šećer .....   | 5         |
| 2.2.3. Masnoće .....   | 5         |
| 2.2.4. Sredstva za narastanje .....                                | 6         |
| 2.3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE ČAJNOG PECIVA .....           | 7         |
| 2.3.1. Priprema sirovina.....                                      | 8         |
| 2.3.2. Zamjes tijesta.....   | 8         |
| 2.3.3. Oblikovanje tijesta .....                                   | 9         |
| 2.3.4. Pečenje oblikovanog tijesta .....                           | 10        |
| 2.3.5. Hlađenje.....   | 10        |
| 2.3.6. Pakiranje i skladištenje čajnog peciva .....                | 11        |
| 2.4. SLAD .....  | 12        |
| 2.4.1. Proizvodnja slada.....                                      | 12        |
| 2.4.2. Standardni tipovi slada.....                                | 15        |
| 2.4.2.1. Svijetli slad .....                                       | 15        |
| 2.4.2.2. Tamni slad.....   | 15        |
| 2.4.3. Specijalni tipovi slada .....                               | 15        |
| 2.4.3.1. Karamelni slad .....                                      | 16        |
| 2.4.3.2. Prženi slad.....  | 16        |
| 2.4.3.3. Proteolitički i kiseli slad .....                         | 17        |
| <b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....                                | <b>18</b> |
| 3.1. ZADATAK .....   | 19        |
| 3.2. MATERIJALI .....  | 19        |
| 3.3. METODE .....  | 19        |
| 3.3.1. Laboratorijska proizvodnja čajnog peciva.....               | 19        |
| 3.3.2. Ispitivanje fizikalnih svojstava čajnog peciva.....         | 20        |
| 3.3.3. Određivanje boje površine čajnog peciva .....               | 21        |
| 3.3.4. Senzorska ocjena čajnog peciva.....                         | 21        |
| 3.3.5. Statistička obrada rezultata.....                           | 21        |
| <b>4. REZULTATI</b> .....  | <b>22</b> |
| 4.1. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIKALNIH SVOJSTAVA ČAJNOG PECIVA..... | 23        |
| 4.2. REZULTATI SENZORSKOG OCJENJIVANJA ČAJNOG PECIVA.....          | 28        |
| <b>5. RASPRAVA</b> .....   | <b>30</b> |
| <b>6. ZAKLJUČCI</b> .....  | <b>33</b> |
| <b>6. LITERATURA</b> .....   | <b>35</b> |

## **1. UVOD**

Čajno pecivo je jedan od najraširenijih keksarskih proizvoda u svijetu. Karakterizira ga receptura koja, osim brašna, uključuje prilično velike količine masti i šećera. U proizvodnji čajnog peciva uglavnom se koristi pšenično brašno, ali zbog činjenice da ova vrsta proizvoda zahtjeva mali sadržaj proteina vrlo uspješno se mogu koristiti i brašna drugih žitarica siromašnijih proteinima, odnosno glutenom. Često se kao zamjena za pšenično brašno upotrebljava ječmeno brašno, poglavito zbog svojih funkcionalnih svojstava s obzirom na visoke udjele  $\beta$ -glukana, lignana, fenolnih spojeva i esencijalnih vitamina i minerala. Iako je upotreba ječmenog brašna u proizvodnji čajnog peciva dobro opisana u literaturi, postoji vrlo malo istraživanja u kojima se koristio ječmeni slad kao zamjena za pšenično brašno. Ječmeni slad, a pogotovo specijalni tipovi posebne namjene, posjeduju specifična senzorska svojstva (okus, aroma, boja).

Zadatak ovog rada bio ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna brašnom specijalnih tipova pivarskog ječmenog slada (karamelni i prženi tip) na fizikalna i senzorska svojstva čajnog peciva.

## **2. TEORIJSKI DIO**



## 2.1. ČAJNO PECIVO

Čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masti ili ulja i najviše 5 % vode, računato na ukupnu masu gotovog proizvoda (Pravilnik o žitaricama i proizvodima od žitarica, NN 81/16).

Čajna peciva se prema udjelu masnoća dijele u 3 kvalitetne skupine:

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

Udio masnoće čajnog peciva se računa na gotov proizvod s najviše 5% vode.

Čajna peciva se prema sastavu i svojstvima sirovina te prema načinu obrade i oblikovanja dijele na :

- prešano,
- sječeno,
- oblikovano (formirano) i
- istisnuto (dresirano) (Gavrilović, 2011).

Prilikom izrade tijesta za čajno pecivo mogu se koristiti dvije vrste zamjesa: tvrdi zamjes ili meki zamjes. Razlika između zamjesa očituje se u količini dodane vode koja je potrebna kako bi se formiralo tijesto zadovoljavajuće kvalitete za daljnje rukovanje. U odnosu na tvrda tijesta, kojima se dodaje veća količina vode te imaju relativno malo masnoća i šećera, mekim tijestima se dodaje manja količina vode, a udio masnoća i šećera je relativno visok. Tvrda tijesta karakterizira njihova čvrstoća i rastezljivost dok meka tijesta lako pucaju i imaju malu rastezljivost (Manley, 2000).

## 2.2. SIROVINE ZA IZRADU ČAJNOG PECIVA

### 2.2.1. Pšenično brašno

U proizvodnji čajnog peciva najčešće korišteni tipovi pšeničnog brašna su T-400 i T-550. Granulacija brašna je od velike važnosti, a izbor brašna ovisi o sirovinskom sastavu tijesta i načinu mehaničke obrade (Gavrilović, 2011). Brašna sa sitnijim česticama imaju veću ukupnu specifičnu

površinu što povećava sposobnost upijanja vode. Optimalna granulacija brašna za proizvodnju čajnog peciva je oko 50  $\mu\text{m}$  sa manje od 10% čestica većih od 130  $\mu\text{m}$  (Manley, 2000).

Kvaliteta brašna i tijesta za proizvodnju čajnog peciva najviše ovisi o udjelu proteina. U proizvodnji se koriste brašna s niskim udjelom proteina jer preveliki razvoj glutena nije poželjan. U svrhu sprječavanja prekomjernog razvoja glutena, u recepturu za proizvodnju čajnog peciva, dodaju se relativno velike količine masnoće i šećera. (Gavrilović, 2011).

### 2.2.2. Šećer

Saharoza je najznačajniji šećer u proizvodnji finih pekarskih i srodnih proizvoda. Šećer daje okus, utječe na viskoznost tijesta, te strukturu i teksturu čajnog peciva. Neotopljeni šećer tijekom pečenja se potpuno otapa i na taj način doprinosi širenju čajnog peciva. O količini dodanog šećera u zamjesu također ovise i tvrdoća, svježina (hrskavost), boja i volumen čajnog peciva (Hoseney, 1994). Povećanjem udjela saharoze, linearno se smanjuje čvrstoća čajnog peciva što je povezano s reologijom tijesta. Naime, svaki gram otopljene saharoze u gramu vode povećava volumen otopine za 0,66 ml (Bram i sur., 2009).

Saharoza prilikom zamjesa smanjuje osmotsku aktivnost vode pri čemu dolazi do sporijeg bubrenja glutena te do sporijeg oblikovanja tijesta. Ukoliko je sadržaj vlage u tijestu manji od 25% prednost se daje šećeru u prahu, čija je maksimalna veličina čestica 100  $\mu\text{m}$ . U proizvodnji čajnog peciva upotrebljava se saharoza različite veličine čestica 50-1000  $\mu\text{m}$ . Međutim, što je manja veličina kristala, veća im je brzina otapanja (Manley, 1998).

### 2.2.3. Masnoće

U proizvodnji čajnih peciva koriste se različite masnoće, bilo da su prirodne, hidrogenizirane, ili emulgirane. U tijestu za čajno pecivo mast je raspodijeljena u tankim slojevima i povezana preko svojih hidrofobnih veza s hidrofobnim vezama proteina brašna. Prirodni polarni lipidi brašna dolaze u interakcije sa polarnim lipidima masti gradeći lipoproteine. Lipoproteini su odgovorni za plastično-elastične i elastično-plastične osobine tijesta. Preko svojstva plastičnosti i sposobnosti apsorpcije mjehurića zraka, mast regulira ponašanja tijesta. Napolarni trigliceridi masti djeluju

kao omekšivači i utječu na konzistenciju tijesta (Gavrilović, 2011). Plastična svojstva pecivih masti imaju važnu funkciju tijekom zamjesa tijesta. Čvrsta faza triglicerida utječe na smanjenu čvrstoću strukturalne organizacije kompleksa glutena, a tekuća faza triglicerida utječe na pokretljivost tijesta.

Masnoća smanjuje skupljanje tijesta tijekom mehaničke obrade jer smanjuje napetosti koje dovode do deformacije oblikovanog komada tijesta. Mast se raspoređuje po česticama brašna i pri tome omogućuje pristup vodi i hidrataciju proteina i škroba. Porastom temperature tijekom zamjesa, dio masti s obzirom na svoja plastična svojstva (posebno *shortening*) sporo prelazi u tekuću fazu što povoljno utječe na proces hidratacije. Međutim ako mast nije dovoljno plastična ona se otapa porastom temperature zamjesa. Tekuća faza se raspoređuje po površini čestica brašna u obliku masne opne i na taj način sprječava kontakt vode s brašnom, zbog čega je usporeno bubrenje proteina glutena.

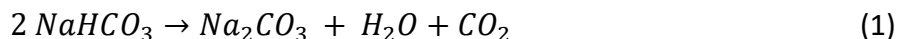
Najpoželjnija masnoća za upotrebu u keksarstvu je maslac, dok se biljna mast najviše upotrebljava. Da bi se spriječilo kvarenje proizvoda, mast treba imati potrebnu stabilnost i sposobnost održivosti tijekom čitavog tehnološkog procesa proizvodnje i trajnosti čajnih peciva i drugih srodnih proizvoda (Gavrilović, 2003).

#### **2.2.4. Sredstva za narastanje**

U proizvodnji keksa i srodnih proizvoda, kao aditivi upotrebljavaju se kemijska i biokemijska sredstva za narastanje tijesta. Biokemijsko sredstvo za narastanje tijesta je pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*), dok najčešće upotrebljavana kemijska sredstva su amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat.

Kemijska sredstva utječu na promjenu pH sredine tijesta, sprječavaju ljepljivost tijesta i zbog toga je moguće stanjivanje tijesta tijekom mehaničke obrade. Utječu i na promjenu reoloških svojstava tijesta koja su posljedica djelovanja alkalnih soli na proteine i škrob brašna. Oksido-redukcija sulfhidrilnih grupa proteina brašna je u neutralnoj i alkalnoj sredini pomaknuta u pravcu nastajanja disulfidnih grupa. Nastaje djelomična denaturacija globularnih proteina i promjene u strukturi amiloze, što dovodi do sporijeg bubrenja škroba (Gavrilović, 2003). Natrijev hidrogenkarbonat (natrijev bikarbonat,  $\text{NaHCO}_3$ ) je kristalni prah bijele boje, slabog mirisa i

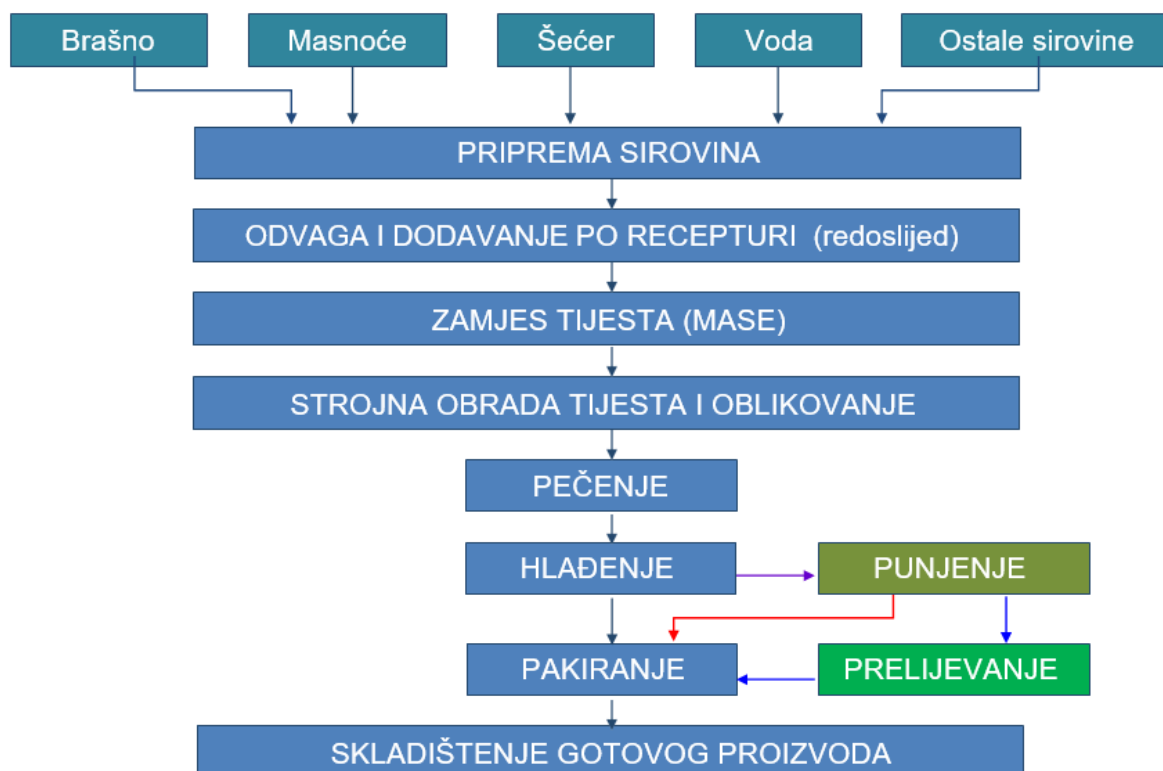
slabog alkalno-slanog okusa. Lako se otapa u vodi, a zagrijavanjem se razlaže na natrijev karbonat, ugljikov-dioksid i vodu.



Pri pečenju kekسا, pod utjecajem topline nastali plinovi imaju utjecaj na formiranje strukture proizvoda. (Gavrilović, 2003.) Natrijev hidrogenkarbonat dodaje se tijestu za kekسه u količini 2- 6 g/kg brašna (Klarić, 2007). Osim natrijevog hidrogenkarbonata postoje još neka sredstva za narastanje kao što su kalijev hidrogenkarbonat, amonijev hidrogenkarbonat, i dr.

### 2.3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE ČAJNOG PECIVA

Proizvodnja čajnog peciva je složen proces koji uključuje niz postupaka ovisnih o sastojcima, temperaturi i promjenama koje se događaju tijekom procesa proizvodnje čajnog peciva (**Slika 1**).



**Slika 1** Shema procesa proizvodnje čajnog peciva (Koceva Komlenić i Jukić, 2018)

### 2.3.1. Priprema sirovina

Prije samog procesa proizvodnje brašno se prosijava kako bi se uklonile eventualne primjese, te kako bi se u brašno ugradili mjehurići zraka, čime ono postaje rastresito i pogodno za zamjes (Gavrilović, 2011). Šećer se prema potrebi melje u sitni prah jer je kao takav pogodniji u proizvodnji određenih proizvoda te se brže i potpunije otapa u tijestu. Masnoće se za vrijeme pripreme temperiraju tako što se otapaju. Proces dozrijevanja masti se odvija 24 sata pri temperaturi od 30,5 °C.

Odvaga sirovina provodi se prema određenoj recepturi. Odvagano brašno, šećer te odmjerena količina vode se direktno dodaju preko automatske ili poluautomatske vage i dozirnog automata, a ostale sirovine se ručno odvažu i dodaju u zamjes. Sirovine koje se odvažu za izradu jedne mase predstavljaju jednu šaržu čija veličina ovisi o kapacitetu miješalice (Ugarčić-Hardi, 1999).

### 2.3.2. Zamjes tijesta

Kod izrade zamjesa tijesta za čajno pecivo razlikujemo dva postupka, a to su jednofazni i dvofazni način pripreme. Kod jednofaznog postupka sve sirovine se dodaju istovremeno. Kod dvofaznog postupka prvo se dodaju određene količine šećera, vode, masti i ostalih sirovina osim brašna. Nakon miješanja tih sirovina dodaje se jedan dio brašna, otopina sredstva za rahljenje i na kraju ostatak brašna. Zamjes za dresirano čajno pecivo i čajno pecivo koje se siječe obično se priprema dvofaznim postupkom dok se zamjes za oblikovano i rezano pecivo priprema jednofaznim postupkom. Vrijeme miješanja zamjesa se razlikuje, a ovisi o parametrima kao što su granulacija brašna, temperatura sirovina, konzistencija upotrijebljene masti i veličina čestica šećera. O vrsti mješalice također ovisi vrijeme miješanja zamjesa.

Veoma je važno znati sirovinski sastav proizvoda, udio vlage u svakoj sirovini i željeni udio vlage konačnog zamjesa kako bi se mogla odrediti količina vode koja se dodaje pri pripremi zamjesa. Vlaga u sječenom čajnom pecivu kreće se u rasponu 20 – 24 %, oblikovanom 14 – 16 %, rezanom 18 – 26 % i dresiranom 16 – 26 % (Gavrilović, 2011). Vidljivo je da oblikovano čajno pecivo sadrži najmanje vlage i stoga je njegovo tijesto poslije zamjesa nepovezano, grudasto, suho i lako se kida. Kod ostalih čajnih peciva tijesta su povezana i meke strukture.

Izgled tijesta također ovisi i o svojstvima brašna koje se koristi za zamjes te o samom načinu izrade zamjesa. Zamjes tijesta se smatra dovršenim kada je formiran glutenski kompleks. Temperatura brašna i drugih sirovina, granulacija brašna kao i konzistencija masnoća te veličina čestica šećera važni su faktori koji utječu na vrijeme potrebno za izradu tijesta. Vrijeme potrebno za izradu tijesta uglavnom se kreće 5 – 15 minuta. Ovisno o sirovinskom sastavu, tijesto se odmara ili se bez odmaranja odmah nakon zamjesa oblikuje. Tijesto tvrde konzistencije odležava nakon zamjesa kako bi se nastavila hidratacija glutena i dispergiranje masti (Gavrilović, 2011).

### 2.3.3. Oblikovanje tijesta

Prema načinu oblikovanja postoje četiri podgrupe čajnog peciva: prešano, istisnuto, formirano i rezano. Oblikovanje tijesta za prešano čajno pecivo se izvodi na uređaju s tri valjka i istanjeno do debljine oko 6 mm protiskuje se kroz kalup sa otvorima postavljenim u pravcu kretanja transportne trake koja nosi tijesto. Cjelokupna masa tijesta se protiskuje kroz otvore kalupa, pri čemu se oblikuju paralelne trake koje se prije pečenja zasijecaju tako da se dobije predviđena dužina proizvoda i poslije pečenja proizvod presijeca preko oštrice noža ili se režu prije pečenja pomoću rotirajućeg noža.

Tijesto za formirano čajno pecivo oblikuje se pomoću valjka kojem su po cijelom omotaču od bronce urezani oblici (kalupi). Nož-strugač prslonjen uz formirajući valjak poravnava površinu tijesta u kalupu i skida višak tijesta. Transportna traka, u trenutku dodira s formirajućim valjkom, prihvaća oblikovano tijesto s utisnutim otiskom (gravurom) na gornjoj površini.

Oblikovanje tijesta za rezano čajno pecivo se izvodi protiskivanjem tijesta kroz kalupe i rezanjem žicom na predviđenu visinu. Visina oblikovanog tijesta za rezano čajno pecivo je najveća u odnosu na ostale podgrupe čajnog peciva. Oblikovano tijesto se slobodnim padom spušta na transportnu traku. U trenutku dodira sa transportnom trakom, čelična žica odsijeca oblikovane komade jedan po jedan, pokrećući se u hodu naprijed-nazad. Udaljenost žice iznad transportne trake se regulira u ovisnosti od predviđene visine oblikovanog tijesta. Brzina transportne trake sa obrtnom visinom valjaka i brzinom kretanja čelične žice je usklađena sa željenom udaljenošću redova oblikovanih komada tijesta.

Tijesto za istisnuto čajno pecivo oblikuje se na uređaju za istiskivanje pomoću pokretne ploče kroz kalupe. Uređaj za istiskivanje se sastoji od posude za tijesto ispod koje je smještena čelična ploča u kojoj su na donjoj površini ugrađeni kalupi u uspravnom položaju. Kalupi su oblika okrenute presječne kupole, odnosno ulazni dio kalupa ima veći promjer od izlaznog dijela. Gornja površina čelične ploče je ograđena i čini međuprostor koji se puni tijestom iz posude za tijesto. Iznad tog međuprostora se pokreće ploča u ekscentričnim krugovima i kad pokrije razliveno tijesto, istiskuje ga kroz kalupe. Operacija punjenja međuprostora tijestom i istiskivanja tijesta pomoću pokretne ploče kroz kalupe je naizmjenična (Gavrilović, 2003).

#### **2.3.4. Pečenje oblikovanog tijesta**

Pečenje je složena operacija tehnološkog procesa proizvodnje jer tada nastaju fizikalno-kemijske i koloidne promjene tijesta i dobiva se proizvod određene kvalitete. Na početku pečenja potrebna je veća količina topline, dok se pri kraju pečenja ona polako smanjuje. Promjene sastojaka tijesta počinju u trenutku kada temperatura tijesta na površinskim slojevima dosegne 40 °C i završavaju se na kraju pečenja. U procesu pečenja oblikovano tijesto mijenja vanjski izgled, dimenzije, formira strukturu, okus i aromatična svojstva.

Tri glavne promjene koje se događaju tijekom pečenja su: promjene dimenzija proizvoda, smanjenje mase proizvoda zbog gubitka vode i tamnjenje površine proizvoda uslijed karamelizacije šećera i Maillard-ovih reakcija (Chevallier i sur., 2002).

Oblikovano čajno pecivo peče se tijekom 5-8 minuta pri temperaturi 190-220°C nakon čega slijedi hlađenje. Pečenje se odvija u tunelskim pećima i treba paziti kako ne bi došlo do prekomjernog porasta temperature, jer samo površina proizvoda smije biti intenzivno obojena (Gavrilović, 2003).

#### **2.3.5. Hlađenje**

Neposredno poslije izlaza iz peći počinje proces hlađenja čajnog peciva pri čemu se temperatura smanjuje, a čvrstoća povećava. Hlađenje se nastavlja sve dok se temperatura čajnog peciva ne

izjednači s temperaturom prostorije i dok se ne postigne svojstvena čvrstoća proizvoda. Proces hlađenja može se provoditi prirodnim, umjetnim ili kombiniranim putem (Gavrilović, 2003) .

Najbolje je prirodno hlađenje jer se tako izbjegavaju nagle promjene temperature koje bi mogle dovesti do pucanja proizvoda. Kada čajno pecivo postigne temperaturu proizvodne prostorije i ravnotežnu vlažnost, kažemo da se nalazi u ravnotežnom stanju. Ravnotežna vlažnost čajnog peciva kreće se u rasponu 3 – 5 %.

Tijekom hlađenja dolazi do promjene pojedinih sastojaka i fizikalnih osobina keksa. Gluten je odgovoran za strukturu i ostala svojstva teksture čajnog peciva budući da tijekom hlađenja dolazi do njegovog očvršćivanja. Masnoća je pak odgovorna za plastično-elastične svojstva proizvoda, jer očvršćuje i raspoređuje se oko glutena i škrobnih zrnaca. Ukoliko proizvod sadrži veću količinu masnoće u svom sastavu, veća je njena migracija na površinu. Otopljeni šećer tijekom hlađenja sporo se kristalizira, stvara mikrokristale koji se ugrađuju u strukturu čajnog peciva te utječe na povećanje čvrstoće i daje sjaj površini proizvoda. Dakle, udio masti i šećera, kao i njihov odnos u sirovinskom sastavu, određuju važne karakteristike proizvoda kao što su čvrstoća, mrvljivost, sjaj, tekstura i svojstva pri žvakanju (Gavrilović, 2011).

### **2.3.6. Pakiranje i skladištenje čajnog peciva**

Pakiranje i skladištenje su posljednji koraci u procesu proizvodnje čajnog peciva. Nakon hlađenja peciva se automatski ili ručno pakiraju u ambalažu nepropusnu za vlagu (celofan, polipropilenske folije, različite laminirane folije), kutije i transportnu ambalažu za transport i skladištenje. Ambalaža štiti proizvod od utjecaja svjetlosti, vlage, stranih mirisa i djelovanja štetnika. Uvjeti skladišta, kao što su temperatura i vlaga, moraju biti konstantni. Skladište treba biti dobro izolirano sa svih strana s osiguranom cirkulacijom zraka, ponekad i klimatizacijom (Manley, D., 1998).



## 2.4. SLAD

Slad predstavlja zrno žitarica koje je tehnološkim postupcima dovedeno do klijanja, a zatim osušeno (Schuster i sur., 1988). Najčešća primjena slada, pretežito ječmenog, je u pivarstvu. Pivo je proizvod dobiven alkoholnim vrenjem pивske sladovine upotrebom čistih kultura pivskih kvasaca *Saccharomyces cerevisiae*, a iznimno spontanom vrenjem ili uporabom mješovitih mikrobnih kultura (Pravilnik o pivu, NN 141/13).

Osnovne sirovine za proizvodnju piva su ječam, hmelj i voda. Od pivarskog ječma se dobiva slad, od kojeg se pravi sladovina koja se zatim fermentira u pivo (Malcev, 1967).

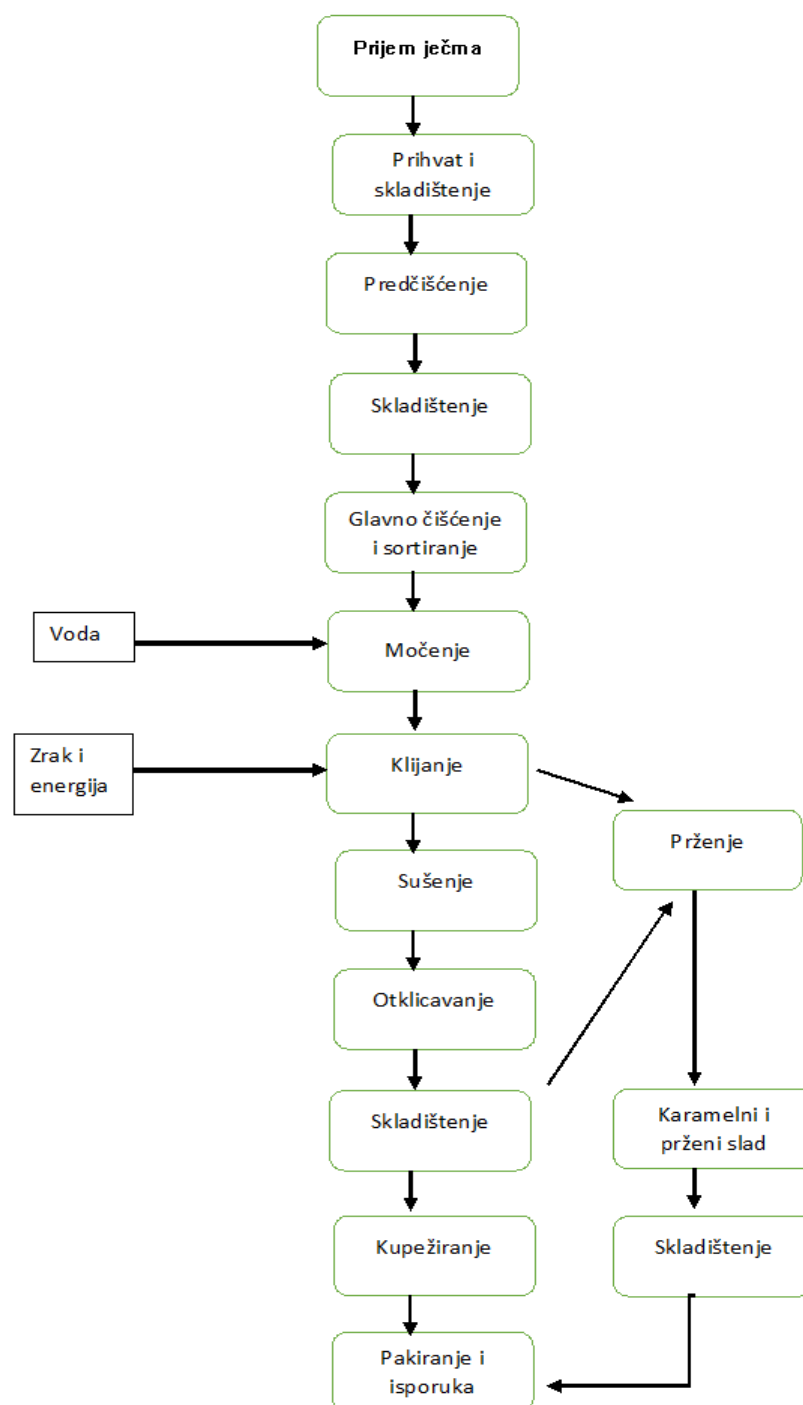
Za potrebe proizvodnje piva specifičnih senzorskih karakteristika proizvodi se odgovarajući tip slada. Pri tome se razlikuje:

- standardni slad koji se koristi kao osnovna sirovina i
- specijalni slad posebne namjene, koji se dodaje u maloj količini da bi se postigla specifična senzorska svojstva piva ili da bi se poboljšala kvaliteta standardnog slada (Leskošek-Čukalović, 2002).

### 2.4.1. Proizvodnja slada

Proizvodnja slada podrazumijeva klijanje žita u kontroliranim uvjetima i termičku obradu dobivenog zelenog slada. Dobiva se suhi slad definiranog kemijskog sastava i tehnoloških svojstava prilagođenih tipu piva koji se proizvodi.

Osnovni cilj sladovanja je sinteza enzima i povećanje enzimskog potencijala zrna, ali i definirana kemijska i fizička transformacija zrna. Da bi se to postiglo i da bi se od ječma (ili nekog drugog žita) dobio slad mora se provesti niz tehnoloških faza sladovanja (**Slika 2**). Najvažnije faze su: močenje, klijanje i sušenje zrna.



**Slika 2** Shema proizvodnje slada (Leskošek-Čukalović, 2002).

Prije početka sladovanja ječam se podvrgava čišćenju i sortiranju kako bi se uklonile primjese i dobila zrna ujednačenih dimenzija. Zrna manja od 2,2 mm se ne sladuju. Močenje je prva

tehnološka faza sladovanja. Zrno se vlaži potapanjem u vodu i orošavanjem kako bi došlo do aktiviranja klice i klijanja. U industrijskim uvjetima zrna se vlaže s početnih 11-14% na 42-46% vlage, kako bi se osiguralo ravnomjerno klijanje. Močenje se provodi vodom temperature 10-18 °C u trajanju od 40 do 48 sati. Naizmjenično se izmjenjuju faza močenja i faza bez vode uz uklanjanje CO<sub>2</sub>. Faza močenja završava nakon pojave klice, te počinje sljedeća faza, klijanje.

Klijanje je najvažnija faza tijekom koje se sintetiziraju i aktiviraju enzimi i postiže se željena razgradnja sastojaka zrna. Klijanje se provodi u kontroliranim uvjetima kako bi se osiguralo odvođenje topline oslobođene disanjem zrna. Kao proizvod dobiva se isključivo zrno, s vidljivim korjenčićima, poznat kao zeleni slad. Zeleni slad je bogat enzimima i može se u ograničenim količinama koristiti u proizvodnji alkoholnih pića.

Tijekom razgradnje zrna dolazi do:

- akumulacije hidrolitičkih enzima,
- različitih kemijskih promjena i
- fizičkih promjena u zrnu uslijed kojih ono omekšava i lakše se drobi.

Sušenje je vrlo osjetljiva operacija u kojoj je potrebno maksimalno očuvati enzimski potencijal zrna. Sadržaj vlage zrna se s oko 44% smanjuje na 3-5%. Sušenje se provodi u struji zagrijanog zraka na relativno niskim temperaturama za sve vrijeme dok je u zrnu prisutna slobodna vlaga, nakon čega se temperatura podiže i vrši dosušivanje na 82-102 °C, ovisno o tipu slada koji se proizvodi. U slučaju slada za specijalne namjene, slad se podvrgava i prženju (specijalni karamelni i tamni tipovi slada).

Glavni ciljevi sušenja zelenog slada su:

- zaustavljanje biokemijske transformacije zrna i dobivanje stabilnog proizvoda željenih karakteristika,
- odvijanje biokemijskih reakcija kojima nastaju aromatične i obojane tvari u količini potrebnoj za određeni tip piva,
- sušenje korjenčića zahvaljujući čemu oni postaju kruti i lako se uklanjaju. To je potrebno kako bi se spriječila njihova rehidracija, olakšali uvjeti skladištenja slada i izbjegla njihova ekstrakcija, odnosno prolazak nepoželjnih sastojaka u sladovinu i pivo i
- inaktivacija mikroorganizama i sprječavanje uvjeta za njihov razvoj.

Nakon sušenja obavlja se odklicavanje, uklanjanje korjenčića, koji sušenjem postaju krti i lako se odvajaju. Slad se skladišti u silosima istih konstrukcija kao i za ječam.

### **2.4.2. Standardni tipovi slada**

Svaki tip piva koji se proizvodi zahtjeva specifičan standardni slad, koji omogućuje postizanje prepoznatljivih senzorskih svojstava. Osnovni tipovi slada su svijetli i tamni slad.

#### **2.4.2.1. Svijetli slad**

Najpoznatiji svijetli slad je slad plzenskog tipa (slad za piva tipa Pils). Za njega je karakteristična vrlo svijetla boja i veliki enzimski potencijal, ali ograničena enzimska razgradnja. Osim plzenskog slada postoji još i sjevernoamerički slad koji se razlikuje u nekoliko karakteristika.

#### **2.4.2.2. Tamni slad**

Najpoznatiji predstavnik tamnog slada je minhenski slad, a koristi se za piva prepoznatljiva po tamnijoj boji, punom okusu i bogatoj aromi. Za njega je karakteristična specifična sladna aroma koja potječe od produkata Maillard-ove reakcije.

Bečki slad se također svrstava u ovu grupu iako je po boji svjetliji. Nešto je manje i koristi se u proizvodnji piva zlatno žute boje ili za korekciju svijetlog slada i postizanje specifične arome i okusa specijalnih piva.

### **2.4.3. Specijalni tipovi slada**

Standardni slad se kombinira s posebno pripremljenim sladom specifičnih svojstava kako bi se postigla željena aroma i boja piva.

### 2.4.3.1. Karamelni slad

Karamelni slad se razlikuje od ostalih po finoj, delikatnoj aromi karamele. Da bi se ona postigla, slad se namjerno drži u vlažnom stanju na povišenoj temperaturi pri čemu dolazi do likvefakcije i nastajanja velike količine šećera. Nakon hlađenja i sušenja, ovakav endosperm postaje kristalna, staklasta šećerna masa.

Proizvodi se od posebno pripremljenog zelenog slada s 45-50% vlage kome se posljednjih 30 do 36 sati klijanja temperatura povisuje na 50 °C. U takvim uvjetima dolazi do intenzivne enzimske razgradnje škroba i proteina. Zeleni slad se zatim prebacuje u posebne bubnjeve u kojima se na temperaturi od 50 °C tijekom 5 do 10 minuta oslobađa površinska voda. Nakon toga bubnjevi se zatvaraju, kako bi se spriječio gubitak vlage, a temperatura se lagano podiže na 65-80 °C, kako bi nastalo što više reducirajućih šećera. Tijekom 60 do 90 minuta endosperm zrna se prevodi u bistru, tekuću, slatku masu, koja ako se stisne, izlazi iz zrna. Tretman zrna ovisi o tipu karamelnog slada koji se proizvodi.

Vrlo svijetli karamelni slad (*karapils*) se odmah nakon likvefakcije suši na niskoj temperaturi od 55 do 60 °C kako bi se zadržala svijetla boja (3,5-6 °EBC).

Svijetli karamelni slad (*karahell*) se brzo ili lagano zagrijava do temperature 100 °C ovisno o intenzitetu promjena koje se žele postići. Njegova boja je između 20 i 35 °EBC.

Tamni karamelni slad (*karaminh*) se uz brzo otparavanje vode zagrijava do temperature od 120 do 180 °C. Na taj način se dobije još tamnija boja (50-300 °EBC) i proizvod bogat reducirajućim šećerima.

Porastom intenziteta boje mijenja se aroma slada, dobiva se sve izraženiji i sve aromatičniji miris karamele, koji sve više podsjeća na med i postaje sve bogatiji (Leskošek-Čukalović, 2002).

### 2.4.3.2. Prženi slad

Za dobivanje specijalnih vrlo tamnih piva (koja se ne mogu dobiti samo korištenjem standardnog tamnog slada), koristi se slad za bojanje, ili pržen slad. Proizvodi se od dobro razgrađenog svijetlog slada koji se u bubnju za prženje u trajanju od 30 do 60 minuta zagrijava do temperature od 70 °C uz istovremeno vlaženje do sadržaja vlage 5%. Tijekom sljedeća dva sata slad se zagrijava

do temperature od 175 do 225 °C ovisno o intenzitetu boje koji se želi dobiti i tipu slada koji se proizvodi. Na toj temperaturi se prži 90 minuta nakon čega se odmah brzo hladi.

Tijekom prženja intenzivno nastaju melanoidi i tvari tipa karamela, a endosperm dobiva boju koja se kreće od tamno smeđe boje kave do potpuno crne (1300 do 2500 °EBC). Gubi se oko 15% ekstrakta, mijenja se struktura i sastav zrna, a enzimi se u potpunosti inaktiviraju. Pri tome nastaju produkti prženja vrlo gorkog okusa. Djelomično se mogu ukloniti pomoću vodene pare, pa se zbog toga u bubanj pred kraj prženja dodaje nekoliko litara vode ili se prženje vrši u vakuumu.

Prženje se mora provoditi vrlo pažljivo. Mora se voditi računa o temperaturi jer na 250 do 260 °C dolazi do razaranja i karbonizacije škroba. Nastaju crno obojani proizvodi koji nemaju osobinu pigmenta i sposobnost bojanja.

#### **2.4.3.3. Proteolitički i kiseli slad**

Proteolitički i kiseli slad su slični proizvodi koje karakterizira visoki sadržaj mliječne kiseline, 2 do 4%. Njihovim dodavanjem snižava se pH komine i postiže vrijednost optimalna za amilozu i bliska optimumu proteolize. Standardni svijetli slad daje pH od 5,8 do 6,1 dok se kod kiselog slada dobiva pH vrijednost od 3,8 do 4,4.

Ovaj slad povećava iskorištenje ekstrakta (za oko 0,9%), olakšava bistrenje sladovine tijekom kuhanja zbog čega doprinosi senzorskim svojstvima svijetlih piva, obogaćuje sladovinu nutrijentima potrebnim kvascu i poboljšava punoću okusa piva. Koriste se u proizvodnji specijalnih piva, lakih i bezalkoholnih piva da bi im se povećala punoća okusa.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %) na fizikalna (širina, visina, faktor širenja, volumen, čvrstoća i boja) i senzorska svojstva čajnog peciva.

### 3.2. MATERIJALI

Materijali korišteni u istraživanju su:

- bijelo oštro pšenično brašno TIP-550 („Podravka d.d.“, Koprivnica);
- pivarski karamelni ječmeni slad CARA50 („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška)
- pivarski tamni ječmeni slad BLACK („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška)
- shortening (margarin), saharoza, glukoza, NaCl, NaHCO<sub>3</sub>.

### 3.3. METODE

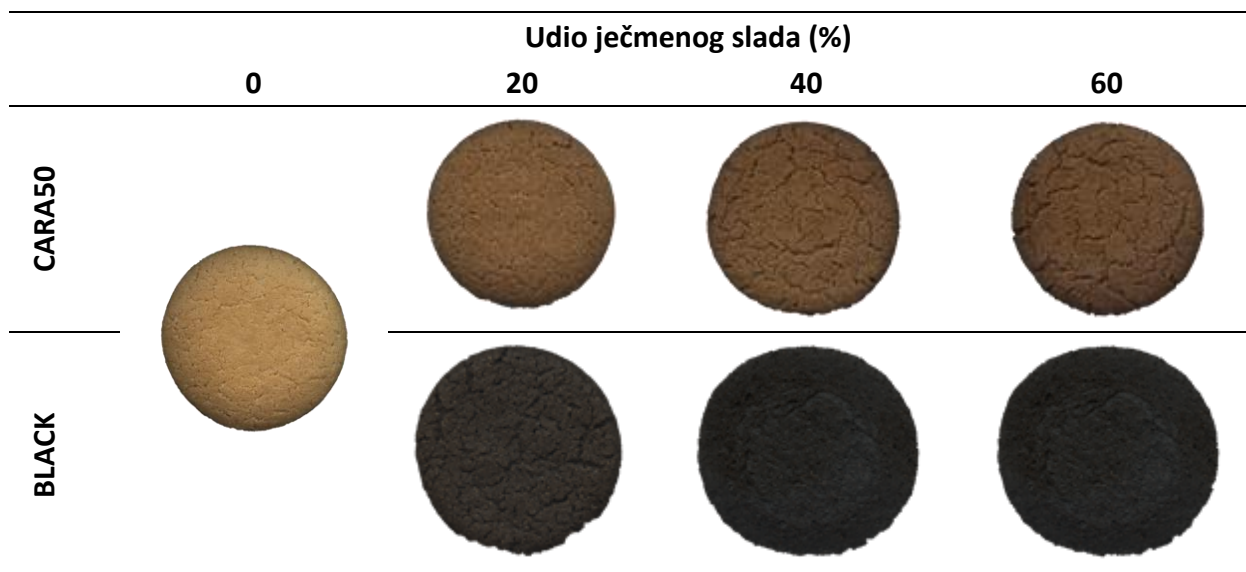
#### 3.3.1. Laboratorijska proizvodnja čajnog peciva

Čajna peciva korištena u izradi ovog diplomskog rada oblikovana su i pečena prema recepturi opisanoj u AACC 10-50D metodi (AACC, 2000a). Sladno brašno dobiveno je mljevenjem specijalnih tipova ječmenog slada (karamelni CARA50 i prženi BLACK slad) na laboratorijskom mlinu IKA MF 10 (IKA, Njemačka) i dodavalo se kao zamjena za pšenično brašno u količinama od 20, 40 i 60%.

Odvagani margarin, šećer, sol i NaHCO<sub>3</sub> se stavljani su u posudu za miješanje, a zamjes se provodio najsporijom brzinom tijekom 3 minute. Nakon toga dodani su otopina glukoze i destilirana voda i nastavio zamjes 1 minutu najsporijom brzinom, te još jednu minutu srednjom brzinom, nakon čega se dodavala ukupna količina brašna i provodio zamjes još dvije minute najsporijom brzinom. Tijesto se nakon zamjesa okruglo oblikovalo, te stavljeno u PVC vrećicu i u hladnjak na 30 do 60 minuta. Nakon hlađenja tijesto se stanjivalo valjkom za tijesto na debljinu 7 mm u dva poteza valjka za tijesto (naprijed-nazad), te izrezivalo u okrugle oblike tijesta promjera



60 mm (~35 g). Oblikovano je po 6 komada tijesta iz svakog zamjesa, a pečenje se provodilo tijekom 10 minuta pri 205 °C (AACC, 2000a).



Slika 3 Čajno pecivo s dodatkom sladnog brašna

### 3.3.2. Ispitivanje fizikalnih svojstava čajnog peciva

Širina, debljina i faktor širenja čajnog peciva određeni su prema AACC metode 10-50D. Dužina je određena na način da je 6 komada čajnog peciva poredano jedan do drugoga i ukupna dužina izmjerena metrom, nakon čega se svaki komad zarotirao za 90 ° te se ponovilo mjerenje. Dijeljenjem sa 6 dobivena je prosječna širina čajnog peciva. Debljina se mjerila tako što se 6 komada poredalo jedan na drugi, izmjerila ukupna visina, te nakon ponovljenog nasumičnog preslagivanja, ponovno izmjerila visina. Prosječna debljina čajnog peciva dobivena je također dijeljenjem sa 6. Faktor širenja keksa (engl. *spread factor*) je izračunat kao omjer promjera i visine keksa x 10. Volumen čajnog peciva određen je pomoću laserskog uređaja Volscan Profiler.

Za određivanje čvrstoće uzoraka koristio se uređaj TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Velika Britanija), a dobiveni podaci su analizirani s Texture Exponent 32 softverom (verzija 3.0.5.0.). Mjerenje je provedeno kompresijskom metodom na 6 uzorka čajnog peciva s aluminijskim cilindričnim nastavkom promjera 10 mm, pri brzini mjerenja od 2 mm s<sup>-1</sup> uz dubinu prodiranja cilindra u uzorak od 5 mm. Sila potrebna za prodiranje cilindra kroz uzorak predstavlja čvrstoću (N).

### 3.3.3. Određivanje boje površine čajnog peciva

Boja površine čajnog peciva je mjerena u CIEL\*a\*b\* sustavu na usitnjenim uzorcima pomoću kolorimetra (Minolta Chroma Meter CR-400). U CIEL\*a\*b\* prostoru boja, svaka boja definirana je točnim mjestom u trodimenzionalnom prostoru kojeg predstavljaju tri međusobno okomite osi označene kao  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ , pri čemu je:

- $L^*$  koordinata svjetline s podjelom od 0 (crna) do 100 (bijela);
- $a^*$  koordinata obojenja s pozitivnim i negativnim smjerom, odnosno vektorom crvene boje ( $+a^*$ ) i vektorom za komplementarnu zelenu boju ( $-a^*$ );
- $b^*$  koordinata obojenja s pozitivnim i negativnim smjerom, pri čemu je pozitivni smjer vektor žute boje ( $+b^*$ ), a negativni smjer vektor komplementarne plave boje ( $-b^*$ );
- $\Delta E$  ukupna promjena boje, odnosno udaljenost između dvije točke u koordinatnom sustavu boje, a izračunava se prema formuli:

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

### 3.3.4. Senzorska ocjena čajnog peciva

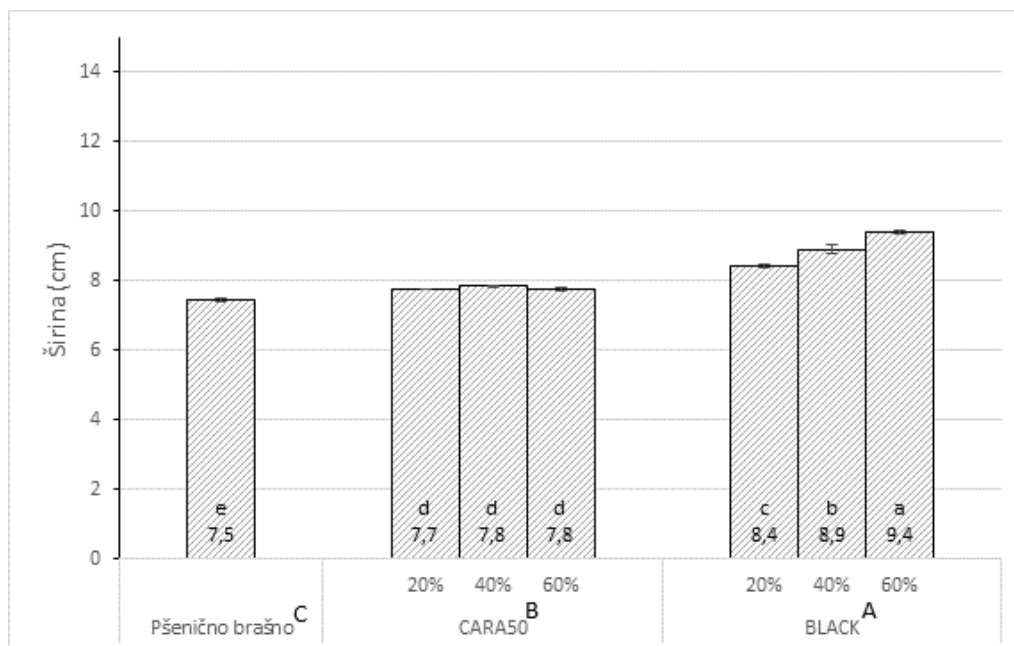
Senzorsku ocjenu čajnog peciva proveli je 7 članova obučene panel ekipe za senzorsku ocjenu. Panelisti su ocjenjivali boju, okus, teksturu, i ukupni dojam čajnog peciva. Na skali od 10 cm svaki panelist je označio preferenciju na ispitivani uzorak. 0 cm na skali označava da se uzorak panelistu uopće ne sviđa, a 10 cm da se iznimo sviđa.

### 3.3.5. Statistička obrada rezultata

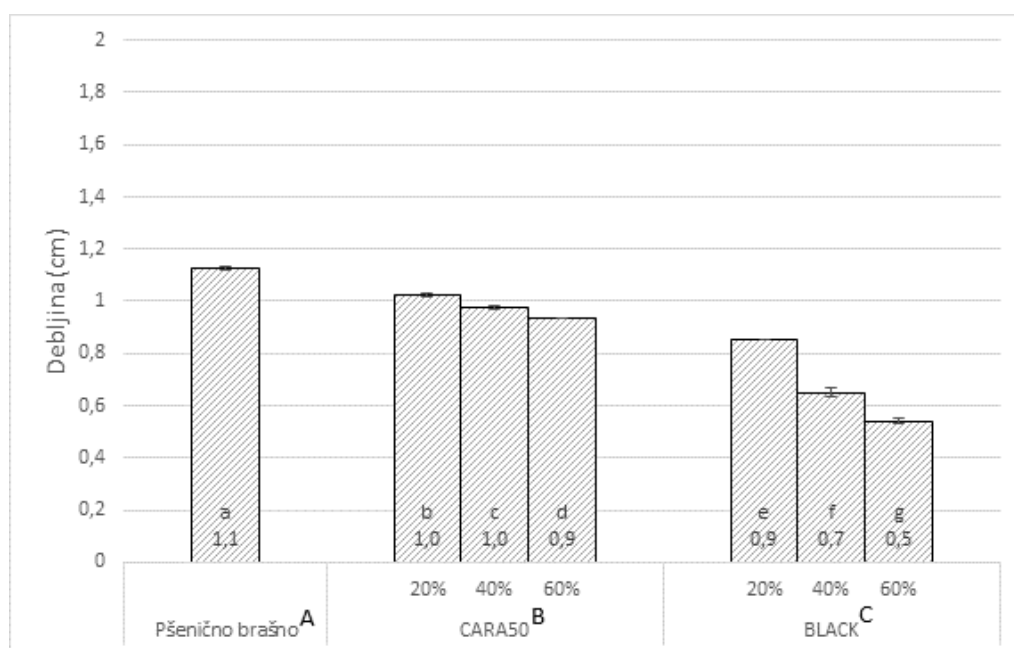
Dobiveni rezultati su prikazani kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija. Analiza varijance (one-way ANOVA) i Fisher-ov LSD test najmanje značajne razlike (engl. *Least significant difference*) upotrebom programa Statistica 13.1 (Dell Inc., SAD) i Microsoft Office Excel 2010.

## **4. REZULTATI**

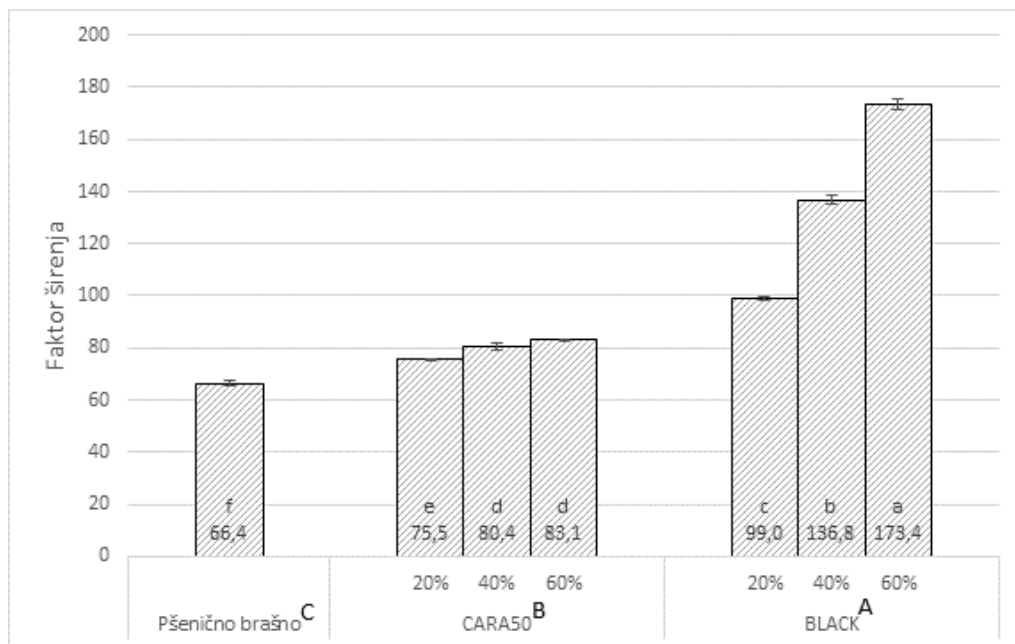
## 4.1. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIKALNIH SVOJSTAVA ČAJNOG PECIVA



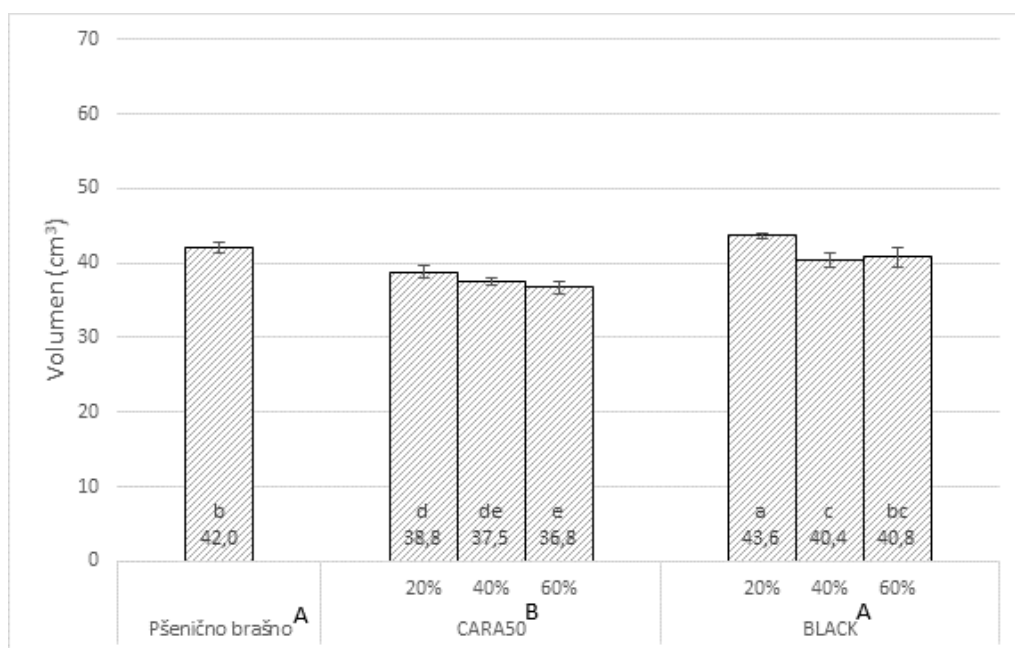
**Slika 4** Utjecaj dodatka ječmenog slada na širinu čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



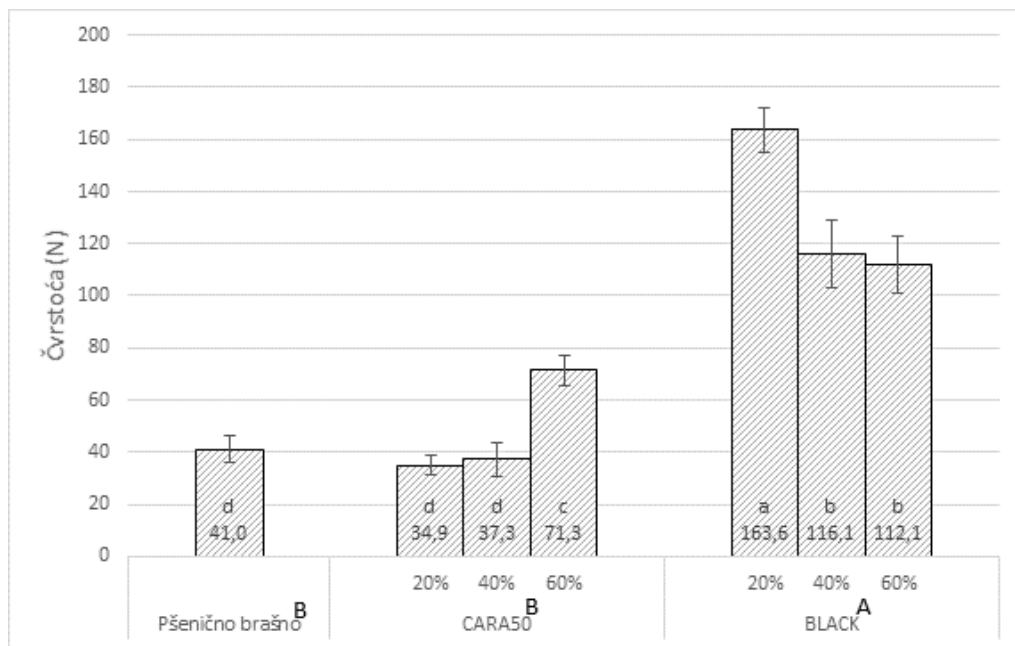
**Slika 5** Utjecaj dodatka ječmenog slada na debljinu čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



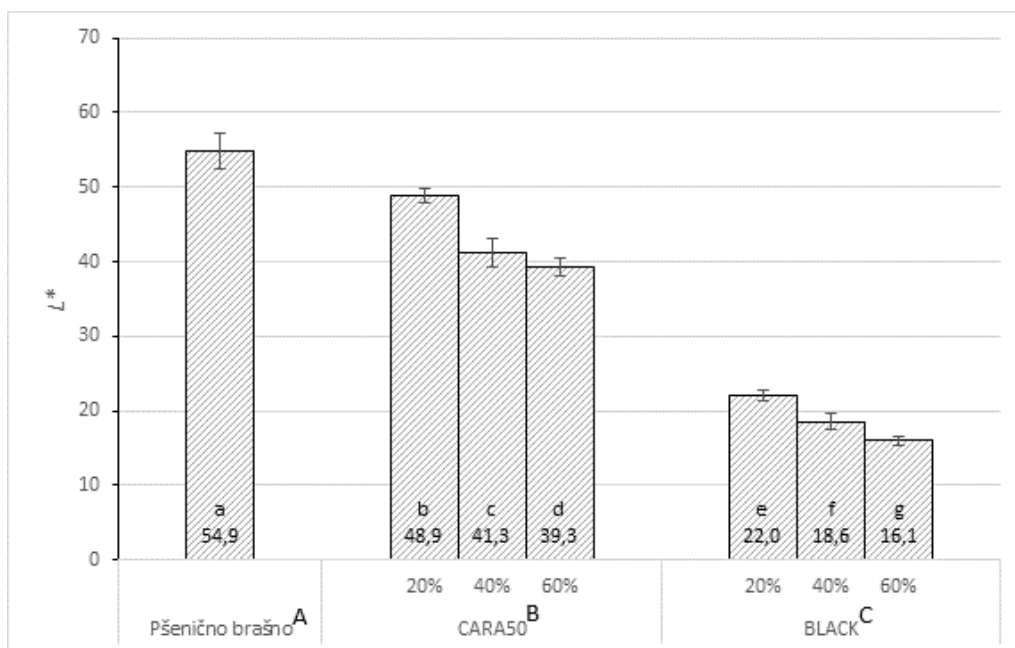
**Slika 6** Utjecaj dodatka ječmenog slada na faktor širenja čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



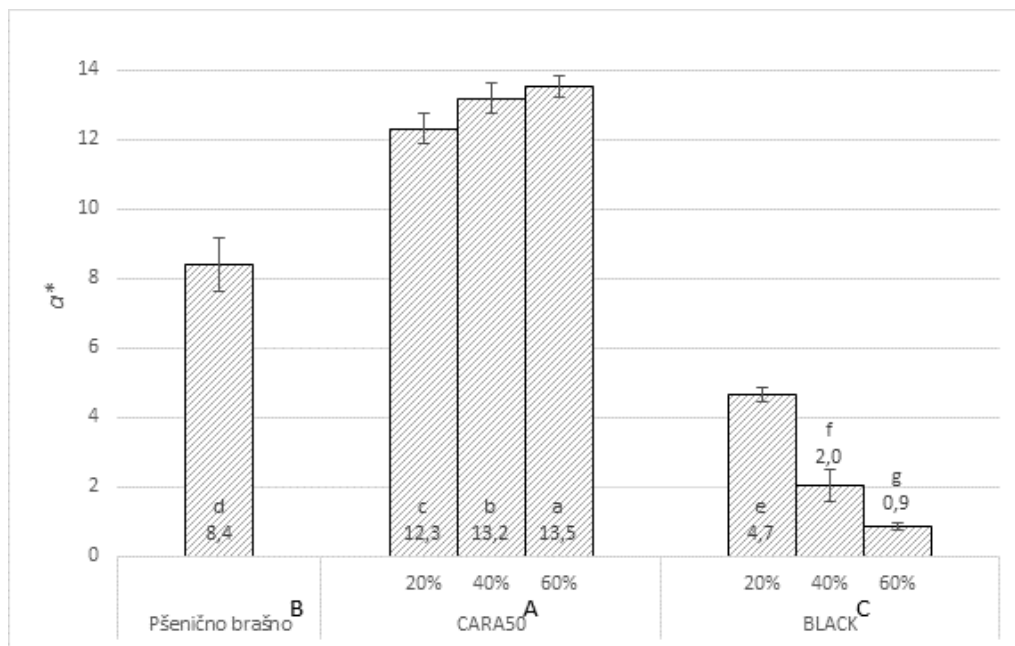
**Slika 7** Utjecaj dodatka ječmenog slada na volumen čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



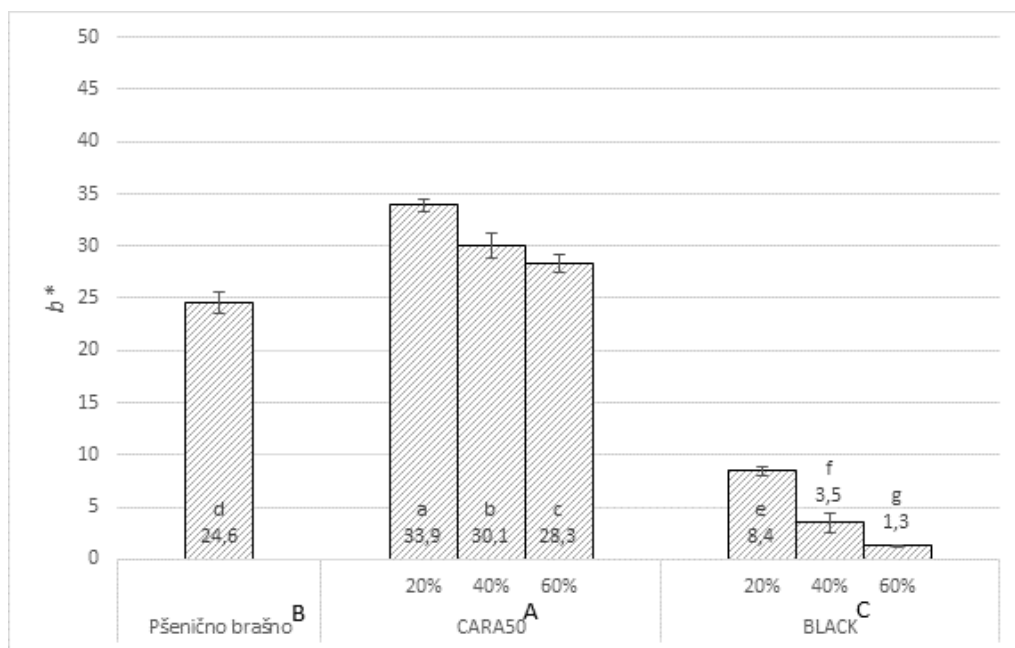
**Slika 8** Utjecaj dodatka ječmenog slada na čvrstoću čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



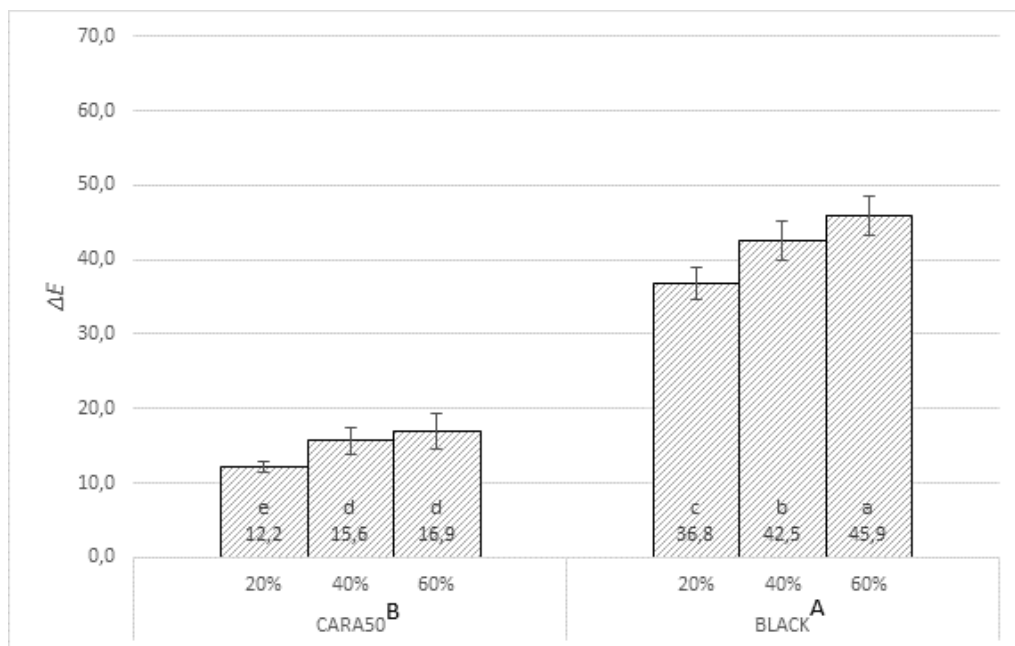
**Slika 9** Utjecaj dodatka ječmenog slada na  $L^*$  vrijednost boje površine čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 10** Utjecaj dodatka ječmenog slada na  $a^*$  vrijednost boje površine čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



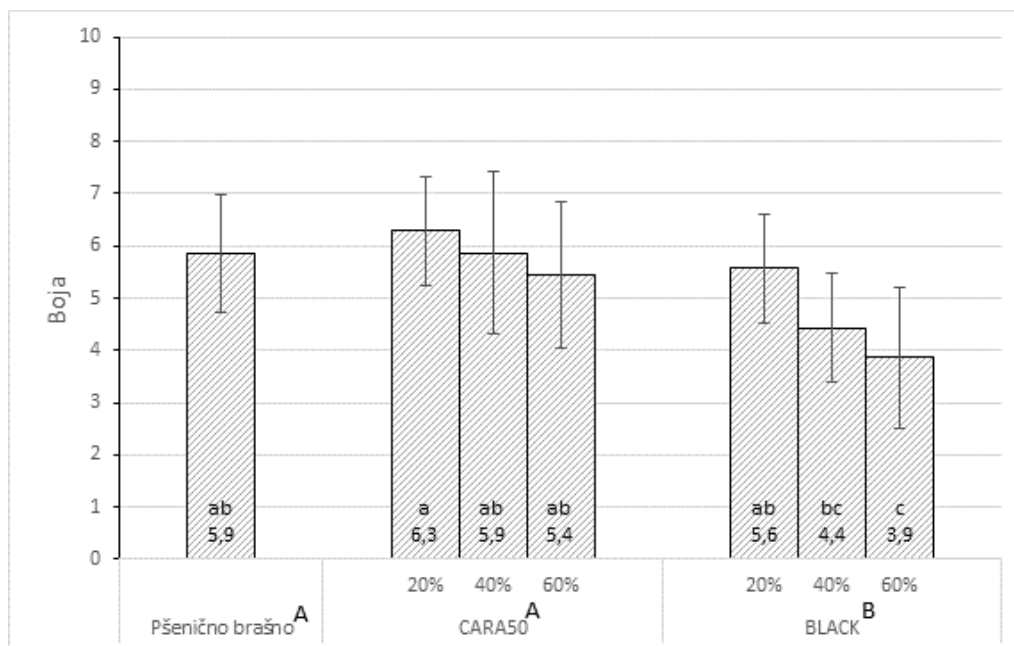
**Slika 11** Utjecaj dodatka ječmenog slada na  $b^*$  vrijednost boje površine čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



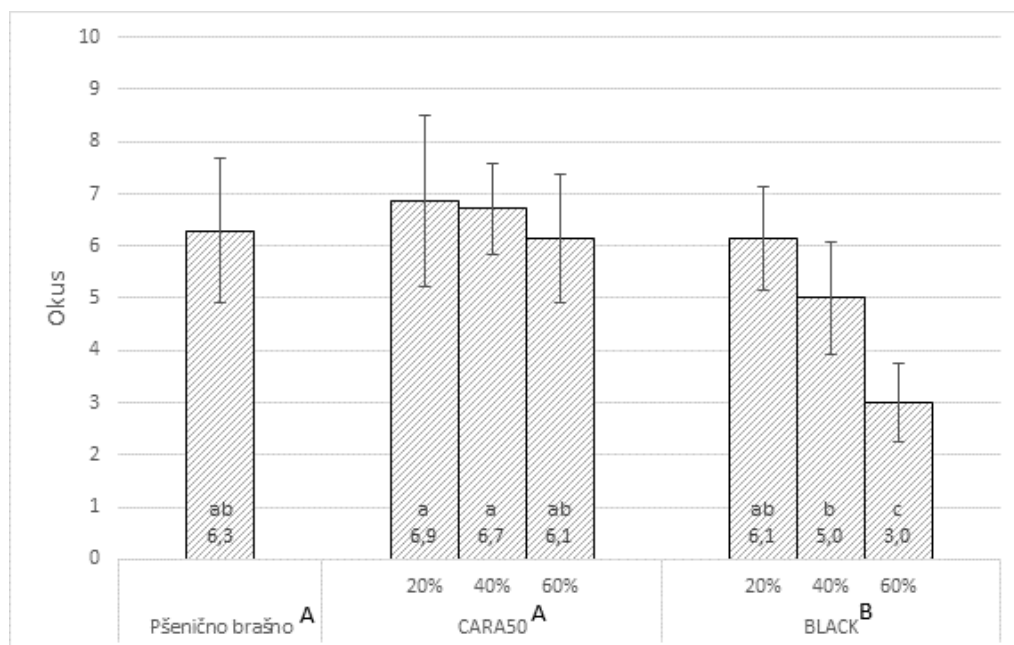
**Slika 12** Utjecaj dodatka ječmenog slada na ukupnu promjenu boje ( $\Delta E$ ) površine čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



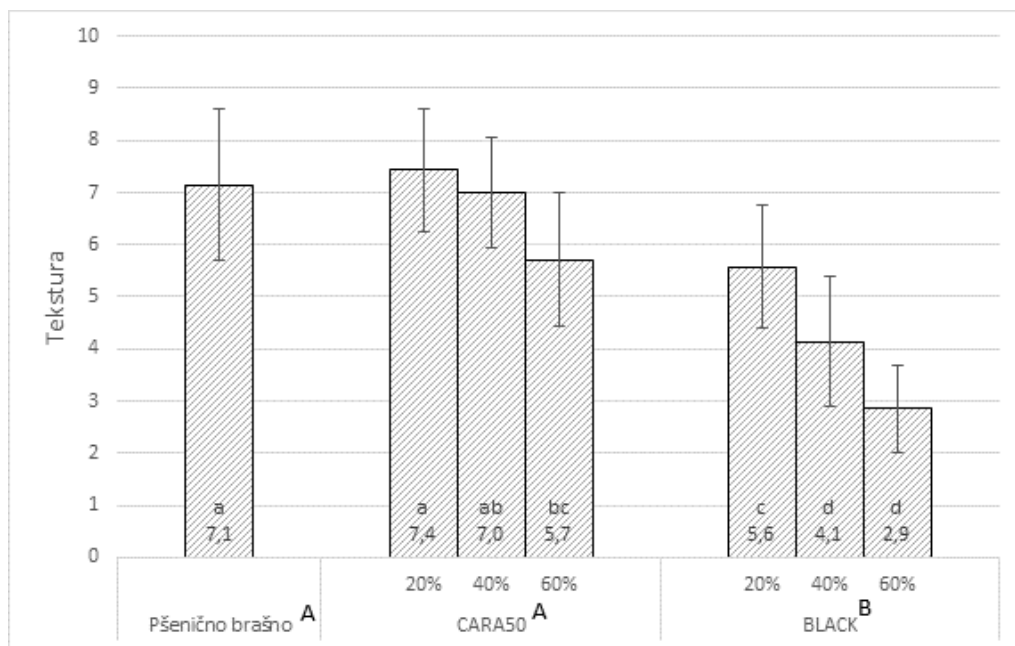
## 4.2. REZULTATI SENZORSKOG OCJENJIVANJA ČAJNOG PECIVA



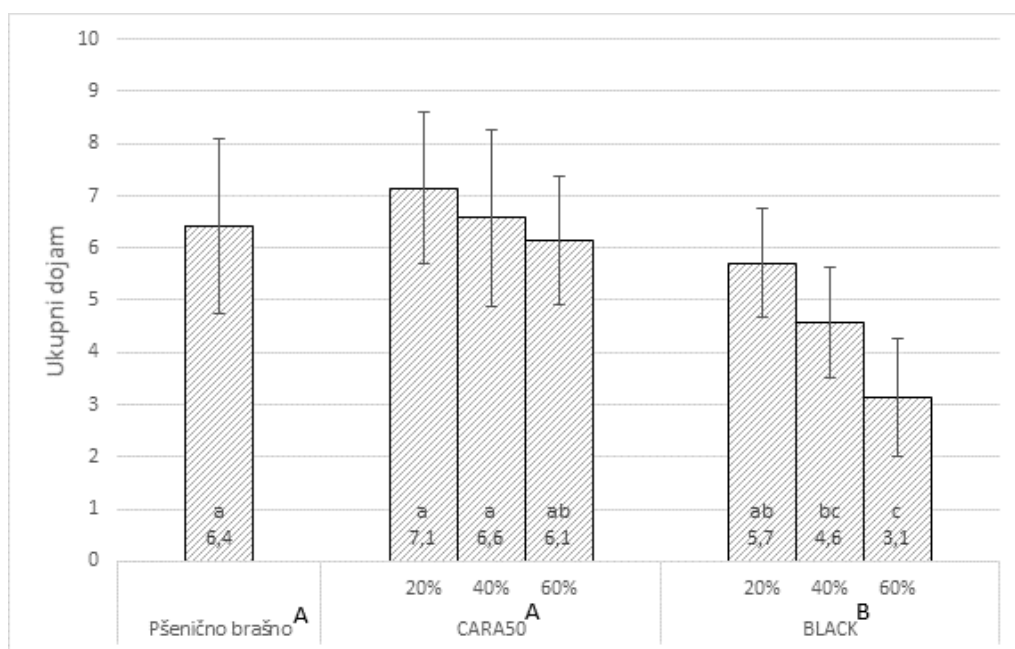
**Slika 13** Utjecaj dodatka ječmenog slada na ocjenu boje čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 14** Utjecaj dodatka ječmenog slada na ocjenu okusa čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 15** Utjecaj dodatka ječmenog slada na ocjenu teksture čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 16** Utjecaj dodatka ječmenog slada na ukupnu ocjenu čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

## **5. RASPRAVA**

U ovom diplomskom radu prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja zamjene dijela pšeničnog brašna sa sladnim brašnom na fizikalna i senzorska svojstva čajnog peciva. Sladno brašno dobiveno je mljevenjem specijalnih tipova pivarskog ječmenog slada: karamelni CARA50 i prženi BLACK slad. Ovo brašno se dodavalo kao zamjena za pšenično brašno u količinama od 20, 40 i 60%, a navedene smjese su se koristile za izradu čajnog peciva prema standardnoj AACC metodi 10-50D. Na uzorcima laboratorijski proizvedenog čajnog peciva određena su fizikalna svojstva kao što su širina, visina, faktor širenja, volumen, čvrstoća i boja čajnog peciva te je provedena senzorska ocjena uzoraka.

Rezultati ispitivanja fizikalnih svojstava čajnog peciva prikazani su na **Slikama 4-8**. Širina uzoraka se statistički značajno povećavala ( $p < 0,05$ ) proporcionalno s dodatkom sladnog brašna, od 7,47 cm za čajno pecivo od pšeničnog brašna, do 9,39 cm za čajno pecivo sa 60% ječmenog slada BLACK tipa. Dodatkom karamelnog slada CARA50 također se povećavala širina, ali u manjoj mjeri nego dodatkom prženog slada BLACK. Suprotno širini, debljina čajnog peciva se smanjivala dodatkom brašna ječmenog slada, od 1,13 cm za kontrolni uzorak do 0,54 cm za uzorak s 60%-tnim dodatkom slada BLACK. Povećanje širine i smanjenje debljine rezultirala je i značajnim povećanjem faktora širenja čajnog peciva. Najmanji faktor širenja imao je uzorak od pšeničnog brašna (66,4), a najveći uzorak s 60% slada BLACK. Slične rezultate u svom istraživanju kvalitete čajnog peciva s dodatkom ljuske ječmenog slada dobili su Ikuomola *i sur.* (2017). Ova dimenzijska promjena može se objasniti smanjenim udjelom glutena u smjesama brašna s dodatkom ječmenog slada, kao i većim sadržajem šećera (nastalog tijekom slađenja ječma) koji dodatno otežava razvoj glutena što u konačnici rezultira povećanjem širine i smanjenjem debljine čajnog peciva.

Najveći volumen izmjeren je kod uzorka s 20% BLACK slada, a najmanji kod uzorka sa 60% slada CARA50. Može se primijetiti da se povećanjem udjela sladnog brašna volumen čajnog peciva smanjuje. Čvrstoća čajnog peciva određena je kompresijskom metodom pomoću analizatora teksture i iznosila je 42,0 N za uzorak sa pšeničnim brašnom. Čvrstoća uzoraka s dodatkom karamelnog slada u količinama od 20 i 40% je čak bila i nešto manja od kontrolnog uzorka (34,9 i 37,3 N), dok je dodatak od 60% navedenog sladnog brašna značajno povećao čvrstoću (71,3 N). Prženi slad tipa BLACK značajno povećava čvrstoću čajnog peciva s tim da je najveću čvrstoću imao uzorak s 20% sladnog brašna. Povećanu čvrstoću čajnog peciva s dodatkom pšeničnog slada u svom istraživanju utvrdili su i Sharma i Chopra (2015).

Boja uzoraka čajnog peciva određena je kolorimetrom (Minolta), a rezultati su prikazani na **Slikama 9-12**. Najsvjetliji uzorak bio je uzorak čajnog peciva sa pšeničnim brašnom ( $L^*=54,9$ ). Svjetlina je opadala proporcionalno dodatku sladnog brašna, od 48,9 kod uzorka s 20% slada tipa CARA50, do 16,1 kod uzorka s najvećim udjelom BLACK slada. Vidljivo je da prženi slad BLACK daje čajna peciva izrazio tamne, gotovo crne boje. Kromatska komponenta  $a^*$  iznosila je 8,4 za kontrolni uzorak, a povećavala se dodatkom karamelnog slada (12,3-13,5) što ukazuje na veći udio crvene boje. Dodatak prženog tamnog slada značajno je smanjio vrijednosti  $a^*$  (4,7-0,9) što je pokazatelj izrazito tamne boje ovih uzoraka. Najveću  $b^*$  vrijednost imali su također uzorci s dodatkom slada tipa CARA50 (33,9-28,3). Veća  $b^*$  vrijednost pokazatelj je jačeg intenziteta žute boje, što u kombinaciji s visokim vrijednostima crvene boje u konačnici rezultira smeđom bojom površine čajnog peciva s dodatkom karamelnog slada. Dodatkom prženog slada BLACK  $b^*$  vrijednosti su se smanjivale (8,4-1,3) zbog izrazito tamne boje uzoraka. Ukupna promjena boje  $\Delta E$ , u odnosu na kontrolni uzorak čajnog peciva sa pšeničnim brašnom, rasla je proporcionalno dodatku sladnog brašna. Značajno veću promjenu boje uzrokovao je dodatak ječmenog slada BLACK.

Članovi senzorskog panela su boju uzorka čajnog peciva s 20% karamelnog slada ocjenili kao najpoželjniju (ocjena 6,3), iako nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na kontrolni uzorak te ostale uzorke s dodatkom slada CARA50 i uzorak s dodatkom 20% slada BLACK. Najmanje prihvatljivu boju imao je uzorak sa 60% prženog tamnog slada. Uzorak s 20% karamelnog slada je bio najpoželjniji, ali kao i kod ocjene boje, nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na kontrolni uzorak te uzorke s 40 i 60% slada CARA50 i sa 60 % slada BLACK. Najmanju ocjenu imao je uzorak s najvećim dodatkom prženog slada. Panelisti su istaknuli ugodnu slatkastu aromu karamela i puni okus svih uzoraka s CARA50 sladom te orašasto-prženi okus čajnog peciva s dodatkom slada BLACK koji je bio previše istaknut u uzorcima uz dodatak veći od 20% zbog dominacije gorčine. Najbolje ocjenjeni uzorci s obzirom na teksturu bili su uzorak s dodatkom 20% karamelnog slada (7,4) i kontrolni uzorak s pšeničnim brašnom (7,1), a ocjena je opadala proporcionalno s dodatkom ječmenog slada. Najmanje ocjene dobili su uzorci s dodatkom slada BLACK zbog izrazito čvrste (tvrde) teksture. Najveću ocjenu za ukupni dojam također je dobio uzorak s 20% slada CARA50, a relativno visoke ocjene dobili su i kontrolni uzorak te ostali uzorci s dodatkom slada CARA50 i uzorak s dodatkom 20% slada BLACK.

## **6. ZAKLJUČCI**

Zamjena dijela pšeničnog brašna sladnim brašnom značajno utječe na fizikalne pokazatelje kvalitete čajnog peciva. Širina čajnog peciva se povećava, a debljina smanjuje, što rezultira značajnim povećanjem faktora širenja čajnog peciva. Ova dimenzijska promjena može se objasniti smanjenim udjelom glutena u smjesama brašna s dodatkom ječmenog slada, kao i većim sadržajem šećera nastalog tijekom slađenja ječma.

Povećanjem udjela sladnog brašna volumen čajnog peciva se smanjuje. Prženi slad tipa BLACK značajno povećava čvrstoću čajnog peciva dok dodatak do 40% karamelnog slada nema značajnog utjecaja na čvrstoću u odnosu na čajno pecivo sa pšeničnim brašnom.

Ukupna promjena boje  $\Delta E$ , u odnosu na kontrolni uzorak čajnog peciva sa pšeničnim brašnom, rasla je proporcionalno dodatku sladnog brašna. Značajno veću promjenu boje uzrokovao je dodatak ječmenog slada BLACK koja je rezultirala izrazito tamnom, gotovo crnom površinom čajnog peciva.

Čajno pecivo s dodatkom karamelnog slada ima ugodnu slatkastu aromu karamela i puni okus dok dodatak tamnog prženog slada uzrokuje preistaknutu gorčinu uzoraka te se upotreba ove vrste slada može preporučiti samo u količinama manjim od 20%.

## **6. LITERATURA**



Bram P, Faisal T, Greet K, Brijs K, Goesaert H, Wevers M, Delcour A: The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of food engineering* 90: 400-408, 2009.

Chevallier S, Della Valle G, Colonna P, Broyart B, Trystram G: Structural and chemical modification of short dough during baking. *Journal of Cereal Science* 35:1-10, 2002.

Gavrilović M: *Tehnologija konditorskih proizvoda*. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad, 2003.

Gavrilović M: *Tehnologija konditorskih proizvoda*. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad, 2011.

Hoseney RC: *Principles of cereal science and technology*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul Minesota, 1994.

Ikuomola DS, Otutu OL, & Oluniran DD: Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (*Hordeum vulgare*) bran blends. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1): 1-12, 2017.

Kaluđerski G: *Sirovine za proizvode pekarstva, testeničarstva i konditorstva*. Tehnološki fakultet Novi Sad, Novi Sad, 1986.

Kent NL, Evers AD: *Technology of cereals*. Elsevier Science Ltd, UK, 1994.

Klarić F: *Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo*. Tim zip, Zagreb, 2007.

Koceva Komlenić D, Jukić M: Materijali s predavanja na kolegiju „Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda“. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2018.

[http://studenti.ptfos.hr/Diplomski\\_studij/Tjestenicarstvo\\_Keksarstvo/Keks\\_2\\_2017\\_18.pdf](http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tjestenicarstvo_Keksarstvo/Keks_2_2017_18.pdf)

[14.9.2018.]

Leskošek-Čukalović I: *Tehnologija piva*. Poljoprivredni fakultet Beograd, Beograd, 2002.

Malcev PM: *Tehnologija slada i piva*. Poslovno udruženje industrije piva, Beograd, 1967.

Manley D: *Biscuit packaging and storage*. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 1998.

Manley D: *Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry*. Woodhead publishing Limited, 2000.

Ministarstvo poljoprivrede: Pravilnik o pivu. Narodne novine 141/13.

Ministarstvo poljoprivrede: Pravilnik o žitaricama i proizvodima od žitarica. Narodne novine 81/2016.

Sharma S, Chopra R: Nutritional, sensory and textural analysis of biscuits supplemented with malted barley (*hordeum vulgare*). *International Journal of Food and Nutritional Sciences*. 4. 97-101, 2015.

Schuster K, Weinfurtner F, Narziss L: *Tehnologija proizvodnje sladovine*. Poslovna zajednica industrije piva i slada Jugoslavije, Beograd, 1988.

Ugarčić- Hardi Ž: *Tehnologija tjestenine i keksa*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 1999.