

# Upotreba pivarskog ječmenog slada kao zamjena za dodatak saharoze i glukoze u proizvodnji čajnog peciva

---

Crnčan, Marin

Master's thesis / Diplomski rad

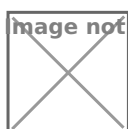
2019

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:109:618529>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Marin Crnčan**

**UPOTREBA PIVARSKOG JEČMENOG SLADA KAO ZAMJENA ZA  
DODATAK SAHAROZE I GLUKOZE U PROIZVODNJI ČAJNOG PECIVA**

**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

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija  
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda  
Tema rada je prihvaćena na VIII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2018./2019. održanoj 30. svibnja 2019.  
Mentor: prof. dr. sc. *Marko Jukić*  
Pomoć pri izradi: dr. sc. *Gjore Nakov*

### UPOTREBA PIVARSKOG JEČMENOG SLADA KAO ZAMJENA ZA DODATAK SAHAROZE I GLUKOZE U PROIZVODNJI ČAJNOG PECIVA

Marin Crnčan, 0113132430

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj zamjene saharoze i glukoze te dijela pšeničnog brašna s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %) na kvalitetu čajnog peciva. Saharozna je dodavana u količinama od 66,6%, 33,3% i 0% u odnosu na standardnu recepturu. U uzorcima čajnog peciva određen je sadržaj vlage, fizikalna svojstva kao što su promjer, visina, faktor širenja, specifični volumen, teksturalna svojstva i boja te je provedena senzorska ocjena uzoraka.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da smanjenje dodatka saharoze uzrokuje značajno povećanje vlage čajnog peciva bez obzira na vrstu dodatka, ali se ipak može primijetiti da je to povećanje manje u uzorcima s dodatkom sladnog brašna. Promjer, faktor širenja i specifični volumen čajnog peciva se značajno smanjuju, a visina povećava proporcionalno sa smanjenjem dodatka šećera i povećanjem udjela pšeničnog brašna. Smanjenje dodatka saharoze značajno smanjuje silu potrebnu za lomljenje uzorka.

Čajno pecivo s dodatkom svjetlijih vrsta slada imaju ugodnu slatkastu aromu i puni okus te se ova sladna brašna mogu dodavati kao zamjena za pšenično brašno u količinama do 40% uz istovremeno smanjenje dodatka saharoze.

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

Rad sadrži: 37 stranica  
20 slika  
28 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.	prof. dr. sc. <i>Marko Jukić</i>	član-mentor
3.	izv. prof. dr. sc. <i>Jasmina Lukinac Čačić</i>	član
4.	izv. prof. dr. sc. <i>Krešimir Mastanjević</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 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. VIII held on May 30, 2019.  
Mentor: *Marko Jukić*, PhD, full prof.  
Technical assistance: *Gjore Nakov*, PhD

### THE BREWER'S BARLEY MALT AS A SUBSTITUTE FOR SUCROSE AND GLUCOSE IN THE PRODUCTION OF COOKIES

Marin Crnčan, 0113132430

**Summary:** The aim of this study was to investigate the effect of replacing part of wheat flour (20, 40 and 60 %) with malted brewer's barley flour and effect of reduced sucrose (66.6%, 33.3% and 0%) and glucose addition on cookies quality. Moisture, width, thickness, spread factor, specific volume, textural properties 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 reduced sucrose addition significantly increases the moisture content in cookies, but it can still be observed that this increase is less in the samples with the addition of malted flour. Width, spread factor and specific volume of cookies decreases, and the thickness increases, proportional to the reduction of added sucrose and to increase of the malt flour content. Samples with addition of 20% of the light types of malted flour had the highest snapping index. Brightness decreases proportionally with the addition of malted flour. Sucrose reduction significantly decreases snapping force. Cookies with the addition of lighter malts have a pleasant sweet and full flavour, and these flours can be added as a substitute for wheat flour in amounts up to 40%, with simultaneous reduction of sucrose addition.

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

Thesis contains: 37 pages  
20 figures  
28 references

Original in: Croatian

#### Defense committee:

- |    |  |              |
|----|--|--------------|
| 1. | <i>Daliborka Koceva Komlenić</i> , PhD, full prof. | chair person |
| 2. | <i>Marko Jukić</i> , PhD, full prof.               | supervisor   |
| 3. | <i>Jasmina Lukinac Čačić</i> , PhD, assoc. prof.   | member       |
| 4. | <i>Krešimir Mastanjević</i> , PhD                  | 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.

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>3</b>
2.1. ČAJNO PECIVO.....	4
2.2. SIROVINE PROIZVODNJU 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
2.2.5. Voda.....	7
2.2.6. Ostale sirovine .....	7
2.3. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE ČAJNOG PECIVA .....	7
2.3.1. Skladištenje i priprema sirovina.....	7
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. PIVARSKI JEČMENI SLAD .....	11
2.4.1. PROIZVODNJA JEČMENOG SLADA .....	11
2.4.2. OSNOVNI TIPOVI SLADA .....	13
2.4.3.1. Svijetli slad .....	13
2.4.3.2. Tamni slad.....	13
2.4.3. SPECIJALNI TIPOVI SLADA.....	13
2.4.3.1. Prženi slad .....	14
2.4.3.2. Karamelni slad .....	14
2.4.3.3. Proteolitički i kiseli slad .....	15
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>16</b>
3.1. ZADATAK .....	17
3.2. MATERIJALI .....	17
3.3. METODE .....	17
3.3.1. Laboratorijska proizvodnja čajnog peciva.....	17
3.3.2. Ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava čajnog peciva .....	18
3.3.3. Određivanje boje.....	18
3.3.4. Senzorska ocjena.....	19
3.3.5. Statistička obrada rezultata.....	19
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>20</b>
4.1. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH SVOJSTAVA.....	21
4.2. REZULTATI SENZORSKOG OCJENJIVANJA .....	26
<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 prehrambeni proizvod koji se sastoji od brašna, šećera i masnoća, a dobiven je pečenjem oblikovanog tijesta. Pri tome je bitno da tijesto sadrži najmanje 10% masnoća u smjesi, a u konačnom proizvodu smije biti najviše 5% vode. Pšenično brašno se najčešće koristi u proizvodnji čajnog peciva. Budući da ova vrsta proizvoda zahtjeva nizak sadržaj proteina, mogu se koristiti i brašna žitarica siromašnijih proteinima, odnosno glutenom. Ječmeno brašno se zbog svojih funkcionalnih svojstava (visoki udio  $\beta$ -glukana, fenolnih spojeva, lignina, te esencijalnih vitamina i minerala) koristi kao zamjena za pšenično brašno. Posebni tipovi ječmenog slada posjeduju specifična senzorska svojstva (aroma, boja, okus). Kvaliteta keksarskih proizvoda definirana je pomoću vanjskih i unutarnjih svojstava keksa. Oblik, boja i izgled površine su vanjski faktori, dok su prijelom, struktura, tekstura, aroma i miris unutarnji faktori.

Zadatak ovog rada bio je ispitati kvalitetu čajnog peciva nakon što smo saharozu, glukozu i dio pšeničnog brašna zamijenili brašnom pivarskog ječmenog slada. Koristili smo četiri vrste specijalnog pivarskog ječmenog slada („Amber“, „Cara120“, „Pilsner“ i „Black“) u različitim udjelima, te odredili optimalne udjele ječmenog slada u proizvodnji 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).

Sirovine za proizvodnju čajnog peciva su podijeljene na: osnovne sirovine i dodatne sirovine. U osnovne sirovine ubrajamo brašno, vodu, masnoće, šećere i sredstva za narastanje tijesta, a u dodatne sirovine ubrajamo sol, emulgatore, mlijeko, med, boje, sredstva za aromatizaciju, jaja i začine.

Tijekom izrade tijesta za čajno pecivo mogu se napraviti dvije vrste zamjesa: tvrdi zamjes ili meki zamjes. Tvrdi zamjes tijesta ima veće količine vode i manji udio masnoće i šećera, a tijesto je čvrsto, tvrdo i rastezljivo (tijekom rastezanje ne dolazi odmah do pucanja). Meki zamjes tijesta sadržimanje količine vode, a udio masnoća i šećara je visok, te lako pucaju i imaju malu rastezljivost (Manley, 2000).

Prema načinu oblikovanja čajno pecivo je podijeljeno na:

- prešano čajno pecivo
- oblikovano (formirano) čajno pecivo
- rezano čajno pecivo
- dresirano (istisnuto) čajno pecivo (Gavrilović, 2011).

Prema udjelu masti čajno pecivo je podjeljeno na:

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

## 2.2. SIROVINE PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA

### 2.2.1. Pšenično brašno

Pšenično brašno i krupica su proizvodi dobiveni mljevenjem endosperma pšenice nakon izdvajanja ovojnice i klice, a u prometu se mogu naći u različitim tipovima i granulacijama (Pravilnik, NN 78).

Škrob je najzastupljenija komponenta pšeničnog brašna. Sastoji se od polimera  $\alpha$ -D-glukoze: amiloze i amilopektina. Ovisno o sorti i uvjetima uzgoja pšenica ima 62-70% škroba na suhu tvar zrna (Lineback i Rasper, 1988; Đaković 1997).

Amiloza je linearni polimer gdje su molekule glukoze povezane  $\alpha$ -1,4-glikozidnim vezama. Budući da je slabo topljiva u vodi, amiloza se smatra odgovornom za retrogradaciju škroba, odnosno prelazak u kristalno stanje. Amilopektin ima razgranatu strukturu, a molekule glukoze su povezane  $\alpha$ -1,6-glikozidnim vezama na mjestima grananja. Unutrašnjost škrobnih zrnaca se sastoji od amiloze, a vanjski dio se sastoji od amilopektina (Lineback i Rasper, 1988).

Za proizvodnju brašna značajne su tri vrste pšenice: *Triticum aestivum* (meka pšenica), *Triticum compactum* (patuljasta pšenica) i *Triticum durum* (tvrda pšenica). Najviše brašna (90% od ukupne proizvodnje) se dobiva od meke pšenice, te se koristi u proizvodnji kruha, tjestenine i u konditorskoj industriji. Tip pšeničnog brašna koji se koristi za proizvodnju čajnog peciva su T-400 i T-550. Od velike važnosti je i granulacija brašna, a izbor brašna ovisi o sirovinskom sastavu tijesta i načinu mehaničke obrade. U proizvodnji čajnih peciva veliki razvoj glutena je nepoželjan te se koriste brašna s niskim udjelom proteina. Dodavanjem relativno velike količine masnoće i šećera sprječavamo prekomjeran razvoj glutena (Gavrilović, 2011).

### 2.2.2. Šećer

Najčešće se koristi saharoza dobivena iz šećerne repe ili šećerne trske. Saharozu je nereducirajući šećer, u kojem su molekule glukoze povezane molekulama fruktoze karbonilnim skupinama (Afoakwa, 2010).

Saharozu smanjuje osmotsku aktivnost vode, usporava bubrenje škroba, povećava pokretljivost tijesta i smanjuje viskozitet tijesta. Također saharozu pridonosi slatkom okusu proizvoda i utječe na teksturu i strukturu proizvoda (Gavrilović, 2003). Tijekom pečenja neotopljeni šećer se otapa i dolazi do širenja čajnog peciva. Tvrdoća, hrskavost, boja i volumen čajnog peciva ovise o količini dodanog šećera (Hoseney, 1994).

### 2.2.3. Masnoće

U tijestu je mast raspodijeljena u tankim slojevima i preko hidrofobnih veza povezana s hidrofobnim vezama proteina brašna. Polarni lipidi brašna u interakcijama sa polarnim lipidima masti grade lipoproteine koji formiraju plastično-elastične i elastično-plastične osobine tijesta.

Veliki utjecaj na konzistenciju tijesta imaju nepolarni trigliceridi koji su ujedno i omekšivači (Gavrilović, 2003).

Prema kemijskom sastavu masnoće se dijele na: tvrde, tekuće i masnoće mazive konzistencije. S obzirom na porijeklo masnoće mogu biti biljne ili životinjske.

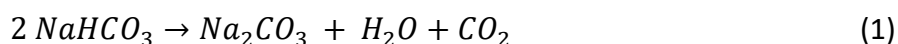
Mast je proizvod dobiven topljenjem masnog tkiva, sala i oporaka svinje i goveda. Tehnološki postupak proizvodnje masti temelji se na djelovanju topline koja otapa masne kapljice uklopljeno u vezivno tkivnu stromu masnog tkiva pri čemu topline razara samo masno tkivo (Kovačević, 2001).

Tijekom mehaničke obrade tijesta mast smanjuje skupljanje, jer smanjuje napone koji dovode do deformacije oblikovanog tijesta. Istovremeno dodavanje vode i masti brašnu tijekom zamjesa dovodi do optimalnog razvoja tijesta. Zbog sprječavanja kvarenja proizvoda mast mora imati potrebnu stabilnost i sposobnost održivosti tijekom cijelog tehnološkog procesa proizvodnje i roka trajanja čajnog peciva (Gavrilović, 2003).

#### 2.2.4. Sredstva za narastanje

U proizvodnji keksa i keksima srodnih proizvoda upotrebljavaju se kemijska i biokemijska sredstva za narastanje tijesta. Biokemijsko sredstvo za narastanje tijesta je pekarski kvasac, *Saccharomyces cerevisiae* koji je jednostanični mikroorganizam, a najpovoljnija mu je temperatura za razmnožavanje 25-27 °C. Tijekom fermentacije, uz pomoć kvasca dolazi do razgradnje šećera do vode i CO<sub>2</sub> koji u tijestu stvara pore. Pekarski kvasac se koristi svježi ili u suhom obliku (Kent i Evers, 1994).

Kemijska sredstva za narastanje tijesta koja se najčešće upotrebljavaju su: amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat. Natrijev hidrogenkarbonat 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.



Sredstva za narastanje tijesta mijenjaju pH sredine tijesta, sprječavaju ljepljivost i zbog toga omogućavaju bolje stanjivanje tijesta. Tijekom pečenja pod utjecajem topline plinovi koji nastaju djeluju na formiranje strukture, oblika i volumena proizvoda (Gavrilović, 2003).

### **2.2.5. Voda**

Voda koja se koristi u prehrambenoj industriji i tijekom tehnološke proizvodnje određenih proizvoda mora biti bez boje, okusa i mirisa te nezagađena (Kaluderski, 1986).

Voda se u tijestu nalazi u slobodnom i vezanom obliku. Vezana voda se nalazi u sastavu glutena, a kapilarnu vodu prima škrob. Količina slobodne vode u tijestu regulira visoko-elastična svojstva tijesta. Proteini glutena bubre prilikom zamjesa tijesta sve dok se ne postigne ravnoteža između osmotskog tlaka i tlaka između micela glutena (Gavrilović, 2003).

### **2.2.6. Ostale sirovine**

Od ostalih sirovina koje se mogu dodati u proizvodnji čajnog peciva koristi se sol. Uloga kuhinjske soli je poboljšanje okusa proizvoda, ali i regulacija čvrstoće glutena (Gavrilović, 2003).

## **2.3. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE ČAJNOG PECIVA**

Proizvodnja čajnog peciva je vrlo složen redosljed postupaka koji ovise o sastojcima, temperaturi i promjenama koje se događaju tijekom procesa proizvodnje (**Slika 1**).

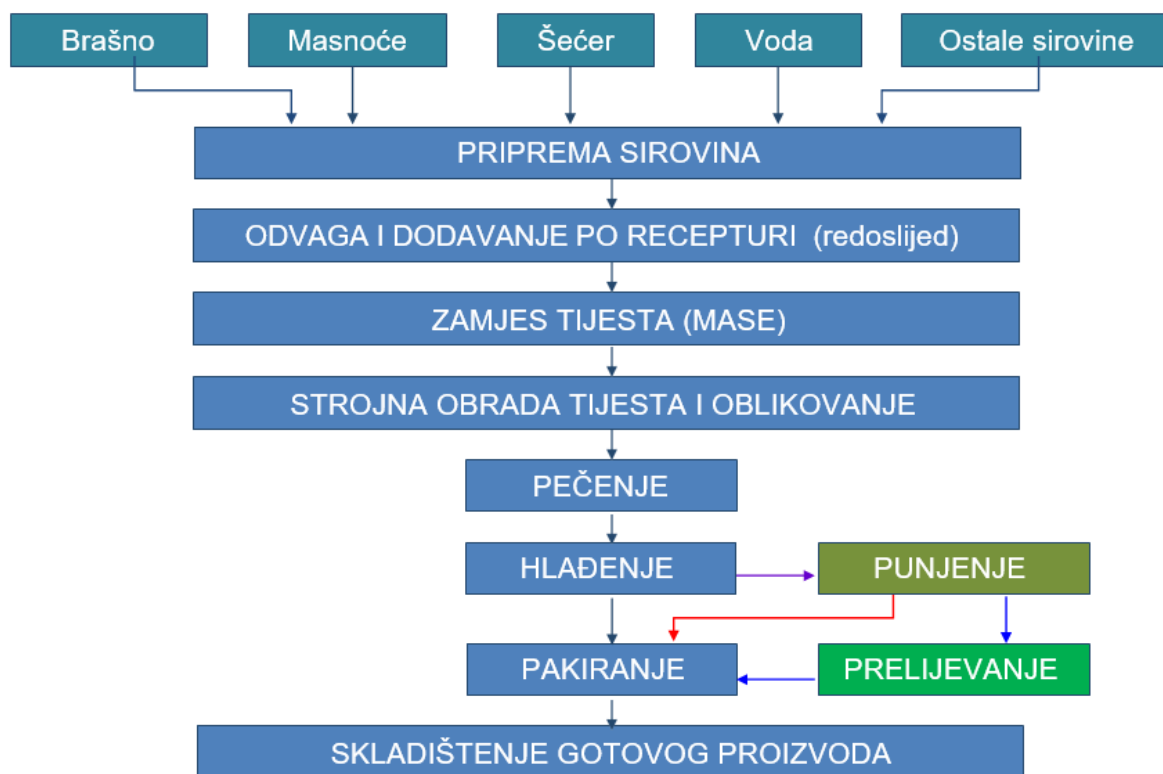
### **2.3.1. Skladištenje i priprema sirovina**

Kako bi se osigurao kontinuitet rada u pogonu skladište mora odgovarati zahtjevima za skladištenje svih sirovina i mora biti dostatnog kapaciteta za skladištenje svih potrebnih sirovina. U laboratoriju se provodi kontrola sirovina koje dolaze u skladište da bi se osigurala kvaliteta.

Optimalna temperatura za skladištenje brašna je 18- 20 °C, dok bi relativna vlažnost trebala iznositi 60%. Temperatura u skladištu šećera treba biti oko 18 °C, a relativna vlažnost 35%. Prilikom skladištenja masnoća, skladišta trebaju biti suha, hladna i mračna, kako ne bi došlo do kvarenja (Ugarčić-Hardi, 1999).

Priprema sirovina se provodi da bi se osigurao kontinuitet tehnološkog procesa proizvodnje. Zbog uklanjanja stranih primjesa i da bi se u brašno ugradili zračni mjehurići provodi se prosijavanje brašna. Zbog toga brašno postaje rastresito i pogodno za zamjes (Gavrilović, 2003).

Prema točno određenoj recepturi odvagano brašno, šećer i odmjerena količina vode se direktno dodaju preko automatske i poluautomatske vage i dozirnog automata, a ostale sirovine se ručno važu i dodaju u zamjes (Ugarčić-Hardi, 1999).



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

### 2.3.2. Zamjes tijesta

Miješanjem svih sirovina i brašna započinje zamjes tijesta. S obzirom na zamjes tijesta za čajno pecivo imamo dva postupka izrade, a to su jednofazni i dvofazni način pripreme. Razlikuju se po tome što kod jednofaznog postupka sve se sirovine dodaju istovremeno, a kod dvofaznog postupka prvo se dodaju šećer, mast i voda, a zatim brašno. Jednofaznim postupkom se priprema zamjes tijesta za oblikovano i rezano pecivo, a dvofaznim postupkom se priprema zamjes tijesta za dresirano čajno pecivo i čajno pecivo koje se siječe (Gavrilović, 2011).

Ukoliko je temperatura za izradu tijesta veća od 25 °C tijesto postaje žilavo jer se povećavaju plastična svojstva, a gube elastična svojstva što uzrokuje nepravilne oblike nakon oblikovanja

proizvoda. Ukoliko je temperatura niža od 18 °C otežava se izrada tijesta na strojevima (Ugarčić-Hardi, 1999).

Zbog rasta temperature kod zamjesa, dio masti s obzirom na svoja plastična svojstva sporo prelazi u tekuću fazu, te povoljno utječe na proces hidratacije. Ako mast nije dovoljno plastična ona se otapa porastom temperature zamjesa. Na površini čestica brašna raspoređuje se tekuća faza u obliku masne opne, te na taj način sprječava kontakt vode s brašnom, zbog čega je usporeno bubrenje proteina glutena. Kako bi se odredila količina vode koja se dodaje pri pripremi zamjesa važno je znati sirovinski sastav proizvoda, udio vlage u svakoj sirovini i željeni udio vlage konačnog zamjesa. (Gavrilović, 2011).

### **2.3.3. Oblikovanje tijesta**

Tijesto za čajno pecivo može se oblikovati ručno, strojem za izbadanje tjestene trake pomoću izbadača, pomoću formirajućeg valjka, te rezanjem. Tjestena traka se obrađuje sa što manjim brojem savijanja da bi se dobila zaobljena gornja površina čajnog peciva. Uređaji za oblikovanje tijesta se premazuju voskom ili se posipaju brašnom da ne bi došlo do lijepljenja tijesta (Gavrilović, 2003).

S obzirom na način oblikovanja postoje četiri podgrupe čajnog peciva: prešano, oblikovano, istisnuto i rezano.

Tijesto za prešano čajno pecivo se oblikuje na uređaju s tri valjka i stanjuje do debljine oko 6 mm, zatim se protiskuje kroz kalup s otvorima postavljenima u pravcu kretanja transportne trake koja nosi tijesto. Masa tijesta prolazi kroz otvore kalupa, oblikuje paralelne trake koje se zasijecaju prije pečenja, a nakon pečenja proizvod se presijeca preko oštrice noža ili se reže prije pečenja pomoću rotirajućeg noža.

Tijesto za oblikovano čajnog pecivo se oblikuje pomoću valjka od bronce u kojem su urezani kalupi. Uređaj za oblikovanje se sastoji od dva valjka (rebrasti i formirajući valjak). Valjci se okreću jedan prema drugom i kalupi formirajućeg valjka se pune tijestom, zatim nož-strugač prislonjen uz formirajući valjak skida višak tijesta. Kada se formirajući valjak dodirne sa transportnom trakom oblikovano tijesto s utisnutom gravurom dolazi na transportnu traku zbog uspostavljenog podtlaka.

Tijesto za istisnuto čajno pecivo se oblikuje na uređaju za istiskivanje uz pomoć pokretne ploče kroz kalup. Uređaj za istiskivanje sastoji se od posude za tijesto ispod koje se nalazi čelična ploča, a u njoj su na donjoj površini ugrađeni kalupi u uspravnom položaju. Ulazni dio kalupa ima veći promjer od izlaznog.

Tijesto za rezano čajno pecivo se oblikuje na način da se tijesto protiskuje kroz kalup i reže žicom na određenu visinu. Uređaj za rezanje se sastoji od posude za tijesto, ispod koje su smještena dva rebrasta valjka koji se okreću jedan prema drugom, zatim prihvaćaju tijesto i guraju ga kroz otvore kalupa smještenog ispod valjaka. Kada se oblikovano tijesto spusti na transportnu traku čelična žica presjeca oblikovane komade (Gavrilović, 2003).

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

Pečenje je jedna od najvažnijih faza u proizvodnji čajnog peciva u kojoj dolazi do prijelaza topline iz zagrijanog prostora peći na oblikovano čajno pecivo. Pečenje se odvija u tunelskim pećima i mora se paziti da ne dođe do prekomjernog porasta temperature.

Vrijeme pečenja ovisi o sastavu sirovina, gustoći, veličini i visini oblikovanog tijesta te o razmaku između oblikovanog tijesta na čeličnoj traci, a iznosi od 4 do 12 minuta. Temperatura prostora za pečenje bi trebala biti između 200 °C i 220 °C (Gavrilović, 2003).

Tijekom pečenja se događaju promjene kao što su: promjena dimenzija proizvoda, smanjenje mase proizvoda zbog gubitka vode i tamnjenje proizvoda uslijed karamelizacije šećera i Maillard-ovih reakcija (Chevallier i sur., 2002).

#### **2.3.5. Hlađenje**

Hlađenje se može provoditi: prirodno, umjetno i kombinirano. Prirodno hlađenje provodi se na otvorenom prostoru uz prirodno strujanje zraka, te se smatra najboljim hlađenjem. Ne dolazi do pucanja proizvoda jer nema naglih promjena temperatura. Umjetno hlađenje se odvija uz strujanje zraka pomoću ventilatora, a brzina kretanja zraka je od 3 do 4 m/s.

Tijekom hlađenja masnoća se učvršćuje i raspoređuje oko glutena i škrobnih zrnaca, te je odgovorna za plastično-elastična svojstva proizvoda. Gluten tijekom hlađenja učvršćuje i odgovoran je za strukturu i teksturu čajnog peciva. Otopljeni šećer tijekom hlađenja se sporo

kristalizira i stvara mikrokristale koji povećavaju čvrstoću i daju sjaj čajnom pecivu (Gavrilović, 2003; 2011).

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

Nakon hlađenja vrši se pakiranje čajnog peciva koje može biti ručno ili automatski u ambalažu nepropusnu za vlagu. Uloga ambalaže je štiti proizvod od vlage, svjetlosti, stranih mirisa i štetnika. Ambalaža koja se koristi: celofan, polipropilenske folije, laminirane folije i kutije. Tijekom skladištenja temperatura i vlaga moraju biti konstantni kako ne bi došlo do oksidacije masti, utjecaja vlage, promjene okusa ili upijanja stranih mirisa. Skladište treba biti dobro izolirano, potrebno je osigurati cirkulaciju zraka, a po potrebi i klimatizaciju (Manley, 2000).

## **2.4. PIVARSKI JEČMENI SLAD**

Pivarski dvoredni ječam je najstarija žitarica koja dolazi sa Srednjeg Istoka, te je osnovna sirovina u proizvodnji slada. Dvoredni ječam (ozimi ili jari) je bogat škrobom od 63% do 65%. Sadržaj bjelančevina je od 8% do 12%, sadržaj vode u zrnu je od 12% do 15%, a energija klijanja je 95%.

Sadržaj vlage u ječmu se kreće od 12% kada je vrlo suha žetva do 20% kada je vrlo vlažna žetva. Ukoliko je vlaga ječma povećana on se mora sušiti, a da bi se mogao skladištiti mora imati vlagu ispod 15% (Čehajić i Šakić, 2005).

Slad predstavlja zrno žitarice koje je pomoću tehnološkog postupka dovedeno do klijanja (Schuster i sur., 1988). Ječmeni slad se primjenjuje najviše u pivarstvu, zatim u proizvodnji sladnih brašna, ekstrakta slada, u proizvodnji žitarica i određenih vrsta alkoholnih pića (Briggs, 1978).

### **2.4.1. Proizvodnja ječmenog slada**

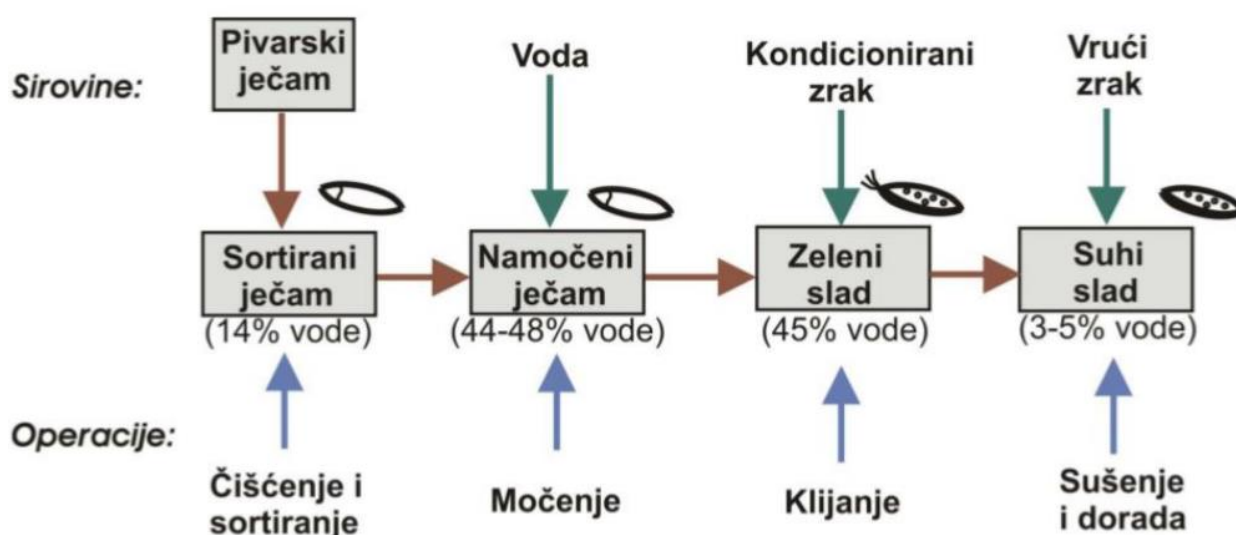
Postupak slađenja u industriji slada podijeljen je u pet faza:

- čišćenje i sortiranje ječma
- močenje sortiranog ječmenog zrna
- klijanje namočenog zrna
- sušenje zelenog slada
- dorada zelenog slada (Marić, 2000).



Ječam je osnovna sirovina za proizvodnju slada. Prije slađenja ječam se mora očistiti, sortirati i do prerade čuvati u silosima. Pod pojmom čišćenja ječma podrazumijeva se izdvajanje nečistoća koje se ne mogu sladiti, uklanjanje primjesa koje smanjuju kakvoću slada i povećavaju udio vode, te sortiranje ječma prema veličini zrna. Sortiranje je važno budući da zrna različite veličine različito primaju vlagu te bi slad bio neujednačene kvalitete (Kunze, 1999).

Tijekom močenja zrno upija vodu, bubri i povećava volumen za jednu trećinu, a udio vode se povećava s 10% – 14% na 42% – 45%. Proces močenja je gotov kada primarni korjenčić probije pljevicu zrna i pojavi se kao zamjetna bijela točka (Marić, 2000). Klijanje je prevođenje namočenog ječmenog zrna u zeleni slad koji karakterizira razgrađenost endosperma zrna i visok udio aktivnih enzima (Šimić, 2009).



**Slika 2** Proizvodnja slada (Stehlik-Tomas, 2014).

U svrhu očuvanja svojstava slada kao što su karakteristični okus, aroma i boja, uz očuvanje enzimske aktivnosti provodi se sušenje i dorada zelenog slada (Marić, 2000). Tijekom sušenja se sadržaj vlage zrna s oko 42% smanjuje na 4-5% i traje 24-48 sati. Sušenje počinje na temperaturi 30-35 °C da se ne unište enzimi, nakon što u zrnu nemamo više slobodne vlage podižemo temperaturu i provodimo dosušivanje na 82-02 °C. Određene vrste slada imaju različite

temperature sušenja. Svijetli slad se suši na oko 80 °C, dok se tamni slad suši na 90-110 °C (Čehajić i Šakić, 2005).

### **2.4.2. Osnovni tipovi slada**

Svijetli i tamni slad su osnovni tipovi slada, a svaka vrsta piva koja se proizvodi zahtjeva specifičan standardni slad koji omogućuje postizanje karakterističnih senzorskih svojstava.

#### **2.4.3.1. Svijetli slad**

Plzenski slad je najpoznatiji predstavnik svijetlog slada. Svijetli slad dobivamo od ječma sa niskim sadržajem proteina. Endosperm mora biti čiste bijele boje i brašnog presjeka koji ne smije imati ni okus ni miris po prženju. Sušenje se mora provoditi brzo i pri niskim temperaturama. Slad se u roku od 12 sati osuši s 40-45% vlage do ispod 12% vlage, a temperatura koja se koristi je od 35°C do 45 °C. Dосуšavanje se provodi zbog koagulacije proteina koji mogu zamutiti pivo. Pravilno proizveden svijetli slad ne smije promijeniti boju i miris kod dosušavanja, a na kraju mora imati vlagu oko 3% (Čehajić i Šakić, 2005).

#### **2.4.3.2. Tamni slad**

Minhenski slad je najpoznatiji predstavnik tamnog slada, a koristi se za tamnija piva, bogate arome i punog okusa. Specifična sladna aroma dolazi od produkata Maillard-ove reakcije. Sadržaj proteina za tamni slad iznosi 11-13%. Temperaturom od 50 °C, te miješanjem svježeg i recirkuliranog zraka kako bi se održao sadržaj vlage zrna, započinje sušenje. Zatim se temperatura povećava na 55 °C i tako se suši 6 do 10 sati, a vlažnost zrna pada sa početnih 44-47% na 35%. Povećanjem temperature zraka počinje iduća faza koja traje 6 sati, a vlažnost zrna se smanji na 5-6%. Da bi se ostvarilo intenzivno djelovanje amilaze, te da bi se izjednačio sadržaj vlage sušenje se provodi s recirkuliranom zrakom. Na temperaturama od 102-110 °C provodi se dosušavanje (Leskošek-Čukalović, 2002).

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

Da bi se postigla posebna aroma i boja piva potrebno je standardni slad kombinirati s posebno pripremljenim sladom specifičnih svojstava.

### 2.4.3.1. Prženi slad

Prženi slad, odnosno slad za bojanje se koristi u proizvodnji tamnih piva koja se ne mogu dobiti korištenjem osnovnog tamnog slada. Svijetli slad koji je dobro razgrađen se u bubnju za prženje zagrijava do temperature od 70 °C u trajanju od 30 do 60 minuta uz istovremeno vlaženje do sadržaja vlage 5%. Vrijeme zagrijavanja je dva sata do temperature od 175-225 °C ovisno o tipu slada i intenzitetu boje koju želimo dobiti. Na željenoj temperaturi slad se prži 90 minuta, a odmah nakon toga brzo hladi. Melanoidi i tvari tipa karamele nastaju tijekom prženja, a endosperm dobiva tamno smeđu do potpuno crnu boju (1300 do 2500 °EBC).

Prženjem se mijenja sastav i struktura zrna, enzimi se u potpunosti inaktiviraju i gubi se oko 15% ekstrakta. U bubanj se pred kraj prženja dodaje nekoliko litara vode ili se prženje vrši u vakuumu, da bi se uklonili produkti prženja koji su jako gorkog okusa. Prženje je potrebno provoditi pažljivo i treba se voditi računa o temperaturama jer na 250-260 °C dolazi do razaranja i karbonizacije škroba (Leskošek-Čukalović, 2002).

### 2.4.3.2. Karamelni slad

Karamelni slad za razliku od ostalih ima finu, delikatnu aromu karamele. Slad se mora držati u vlažnom stanju na povišenoj temperaturi i tada dolazi do likvefakcije, te nastajanja velike količine šećera i na taj način se postiže aroma karamele. Endosperm postaje kristalna staklasta šećerna masa nakon hlađenja i sušenja.

Proizvodi se od zelenog slada s 45-50% vlage kome se posljednjih 30 do 36 sati klijanja temperatura povisuje na 50 °C i dolazi do intenzivne enzimske razgradnje škroba i proteina. Nakon što se zeleni slad prebaci u posebne bubnjeve u kojima je na temperaturi od 50 °C tijekom 5 do 10 minuta oslobađa se površinska voda. Zatim se bubnjevi zatvaraju da bi se spriječio gubitak vlage, a temperatura se podiže na 65-80 °C da bi nastalo što više reducirajućih šećera. Endosperm zrna se tijekom 60 do 90 minuta prevodi u tekuću, bistru, slatku masu, koja kada se stisne izlazi iz zrna.

Vrlo svijetli karamelni slad (karapils) da bi zadržao svijetlu boju (3,5-6 °EBC) odmah se mora poslije likvefakcije sušiti na niskoj temperaturi od 55-60 °C. Svijetli karamelni slad (karahell), ovisno o intenzitetu promjena koje se žele postići, zagrijava se do temperature od 100 °C brzo ili lagano. Njegova boja je između 20 i 35 °EBC. Pri proizvodnji tamnog karamelnog slada (karaminh)

se u svrhu dobivanja što tamnije boja (50-300 °EBC) i većeg sadržaja reducirajućih šećera zagrijavanje provodi uz brzo otparavanje vode do temperature od 120 do 180 °C. Aroma slada se mijenja rastom intenziteta boje, te dobivamo aromatičniji i izraženiji miris karamele koji podsjeća na med (Leskošek-Čukalović, 2002).

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

Visoki sadržaj mliječne kiseline od 2 do 4% je karakterističan za proteolitički i kiseli slad. Dodavanjem proteolitičkog i kiselog slada pH komine se snižava i postiže se optimalna vrijednost za djelovanje amilolitičkih enzima. Kod standardnog svijetlog slada dobije se pH vrijednost od 5,8 do 6,1 dok se kod kiselog slada dobiva pH vrijednost od 3,8 do 4,4.

Proteolitički i kiseli slad doprinose senzorskim svojstvima svijetlih piva, poboljšavaju punoću okusa piva i obogaćuju sladovinu nutrijentima potrebnim kvascu zbog toga što povećava iskorištenje ekstrakta (za oko 9%) za vrijeme kuhanja i olakšava bistrenje sladovine. Zbog povećanja punoće okusa ovaj slad se koristi u proizvodnji specijalnih, lakih i bezalkoholnih piva (Leskošek-Čukalović, 2002).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je ispitati utjecaj zamjene saharoze i glukoze te dijela pšeničnog brašna s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %) na kvalitetu čajnog peciva. Saharozu je dodavana u količinama od 66,6%, 33,3% i 0% u odnosu na standardnu recepturu.

### 3.2. MATERIJALI

Materijali korišteni u istraživanju su:

- bijelo oštro pšenično brašno TIP-550 („Podravka d.d.“, Koprivnica);
- pivarski ječmeni slad AMBER („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- pivarski karamelni ječmeni slad CARA120 („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- pivarski ječmeni slad PILSNER („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- pivarski tamni ječmeni slad BLACK („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- margarin;
- šećer kristal (saharozu);
- glukoza;
- kuhinjska sol (NaCl);
- NaHCO<sub>3</sub>.

Sladno brašno dobiveno je mljevenjem specijalnih tipova ječmenog slada na laboratorijskom mlinu IKA MF 10 (IKA, Njemačka) i dodavalo se kao zamjena za pšenično brašno u količinama od 20, 40 i 60%.

### 3.3. METODE

#### 3.3.1. Laboratorijska proizvodnja čajnog peciva

Čajna peciva koja su dobivena i analizirana u okviru ovog diplomskog rada oblikovana su i pečena prema standardnoj recepturi AACC metode 10-50D (AACC, 2000a). U uzorcima s dodatkom ječmenog sladnog brašna iz recepture je izostavljen dodatak glukoze, a saharozu se dodavala u smanjenim količinama (66,6%, 33,3% i 0% u odnosu na standardnu recepturu).

### 3.3.2. Ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava čajnog peciva

Vlaga je određena prema AACC metodi 44-15A, a promjer, visina i faktor širenja prema AACC metodi 10-50D. Promjer je određen 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 dobiven je prosječni promjer. Visina se mjerila tako što se 6 uzoraka poredalo jedan na drugi, izmjerila ukupna visina, te nakon ponovljenog nasumičnog preslagivanja, ponovno izmjerila visina. Prosječna visina dobivena je također dijeljenjem sa 6. Faktor širenja (engl. *spread factor*) je izračunat kao omjer promjera i visine x 10. Specifični volumen određen je pomoću laserskog uređaja Volscan Profiler.

Za određivanje teksturalnih svojstava čajnog peciva 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.). Analiza uzoraka provedena je savijanjem/lomljenjem uzoraka koji su podvrgnuti kompresiji. Prilikom lomljenja, uzorci su fiksirani na bazu s razmakom između dva oslonca od 40 mm i presijecani pomoću noža koji uzorak savija/lomi (engl. *3-point band test*) pri brzini od 2 mm s<sup>-1</sup>. Teksturalni profil čajnog peciva je procijenjen putem dobivenih vrijednosti za silu lomljenja (N), lomljivost (mm) i indeks lomljivosti (N/mm).

### 3.3.3. Određivanje boje

Boja površine čajnog peciva je mjerena u CIE L\*a\*b\* sustavu pomoću kolorimetra (Minolta Chroma Meter CR-400). U CIE L\*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\*);

### **3.3.4. Senzorska ocjena**

Senzorsku ocjenu čajnog peciva provelo je 7 članova obučene panel skupine za senzorsku ocjenu. Panelisti su ocjenjivali boju, površinu i oblik, strukturu (prijelom), miris, teksturu, okus i ukupni dojam. 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.

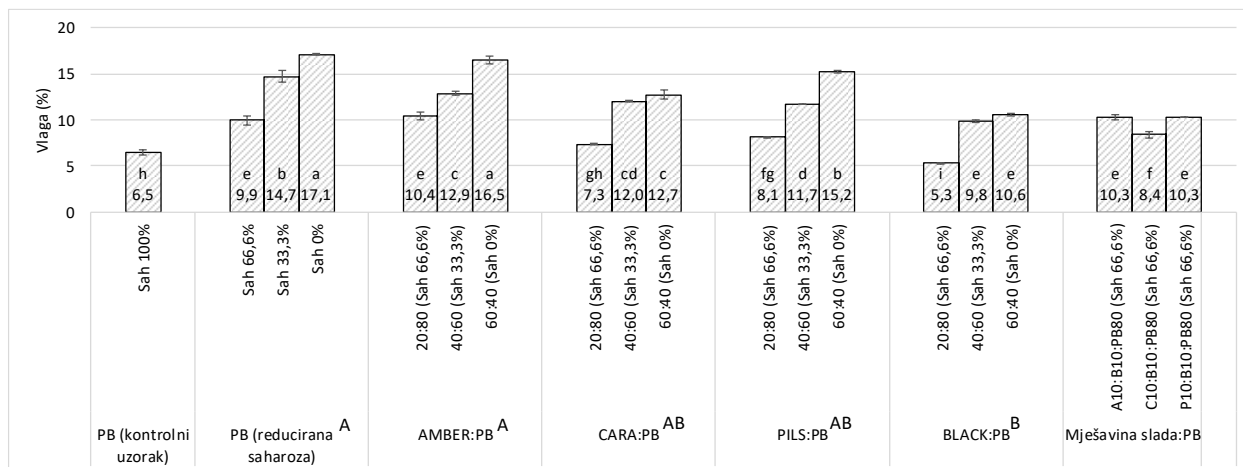
### **3.3.5. Statistička obrada rezultata**

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*) provedeni su upotrebom programa Statistica 13.1 (Dell Inc., SAD) i Microsoft Office Excel 2010.

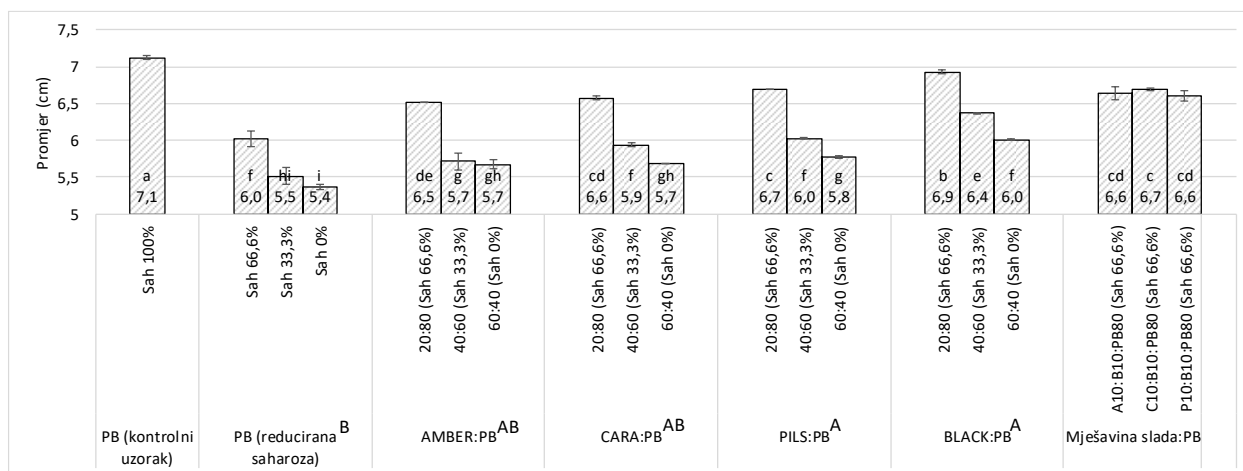


## **4. REZULTATI**

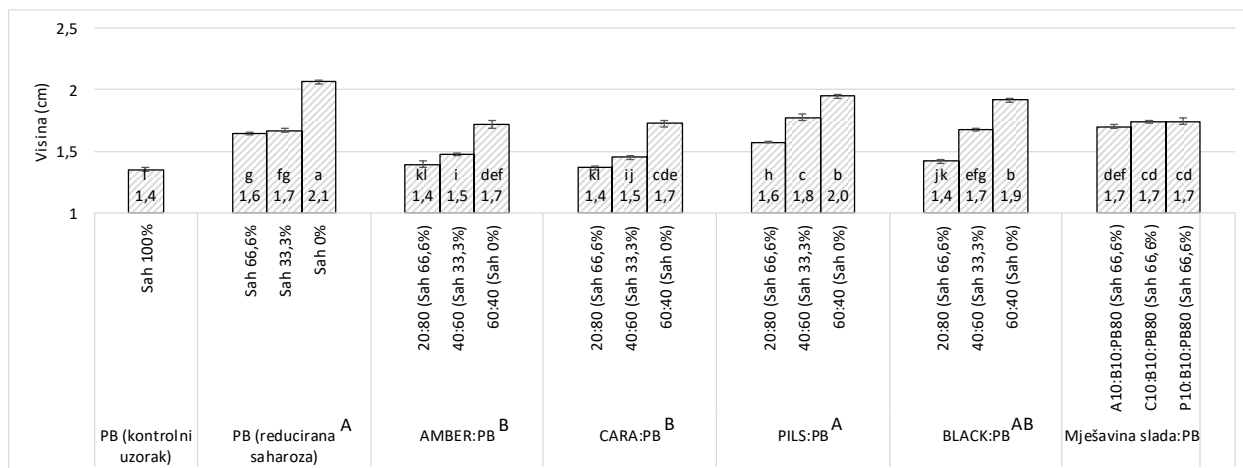
## 4.1. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH SVOJSTAVA



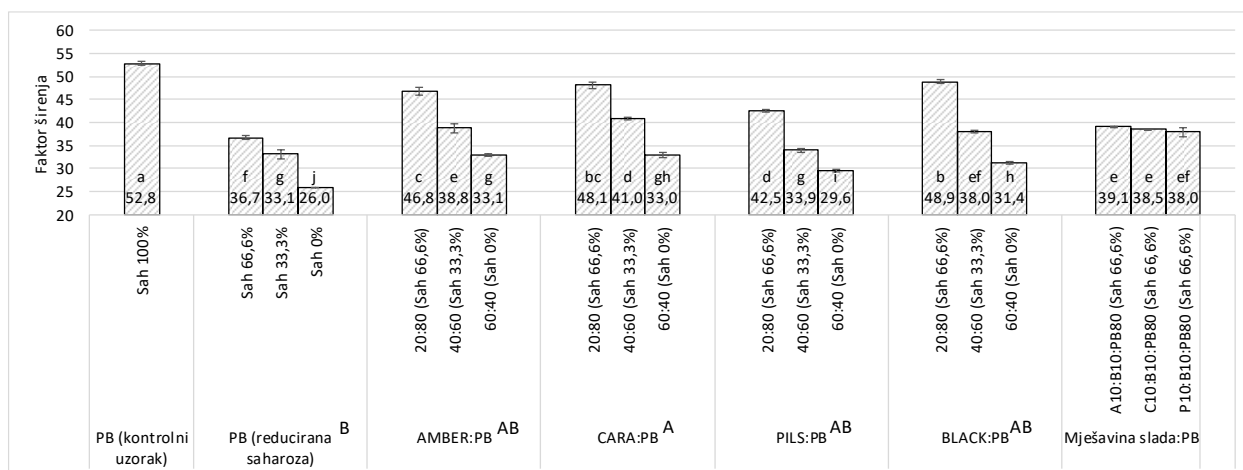
**Slika 3** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na sadržaj vlage (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



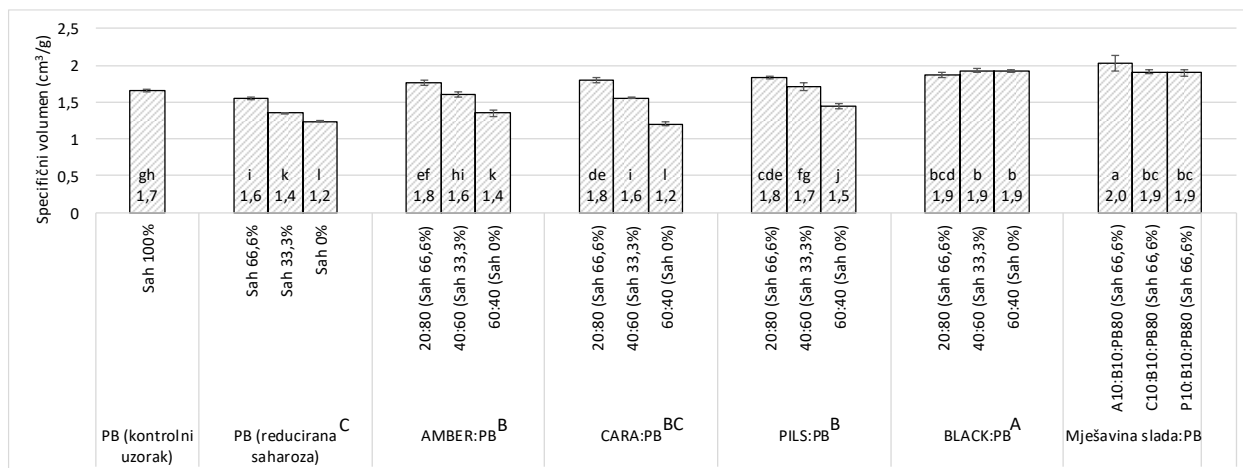
**Slika 4** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na promjer (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



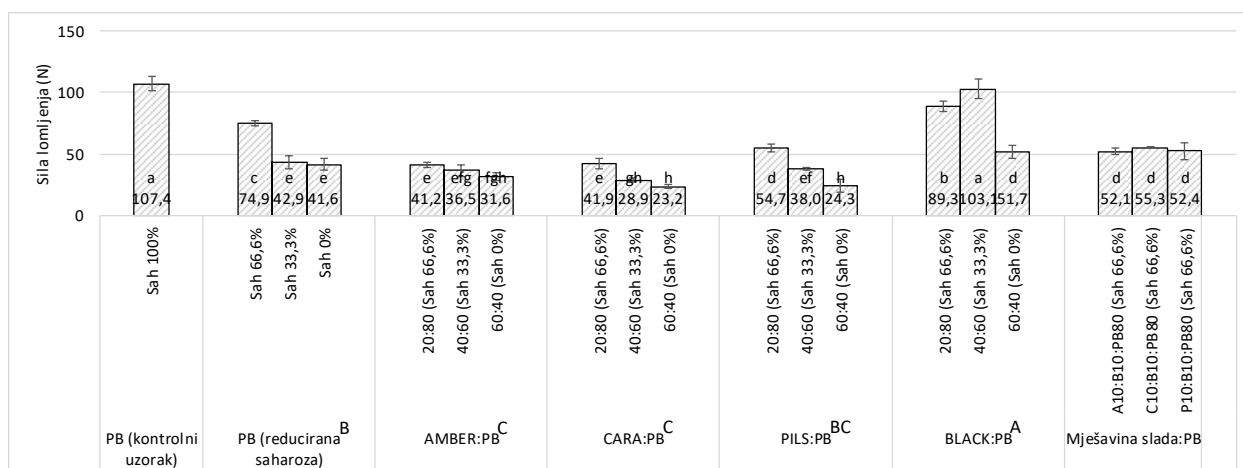
**Slika 5** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na debljinu (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



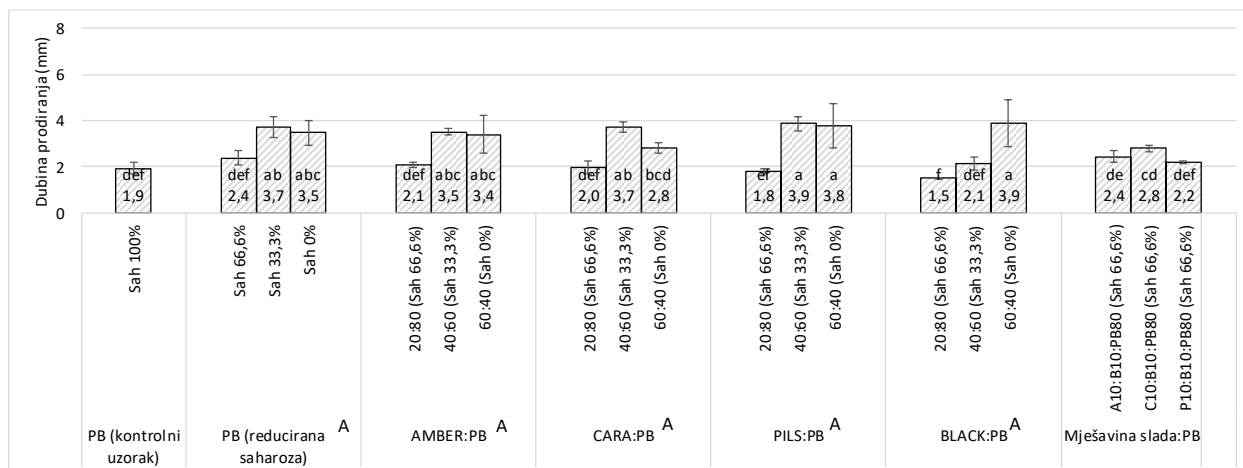
**Slika 6** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na faktor širenja (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



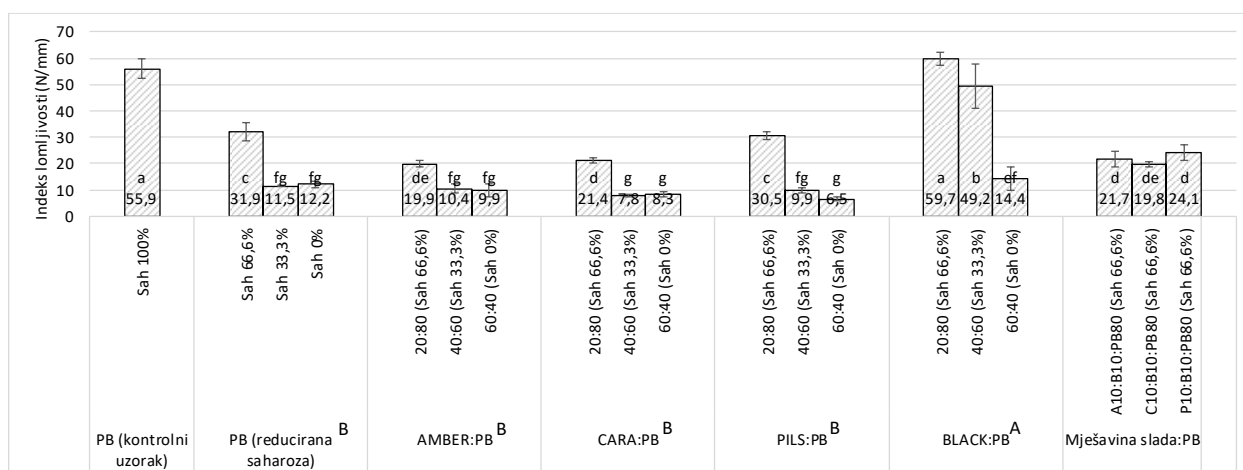
**Slika 7** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na specifični volumen (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne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



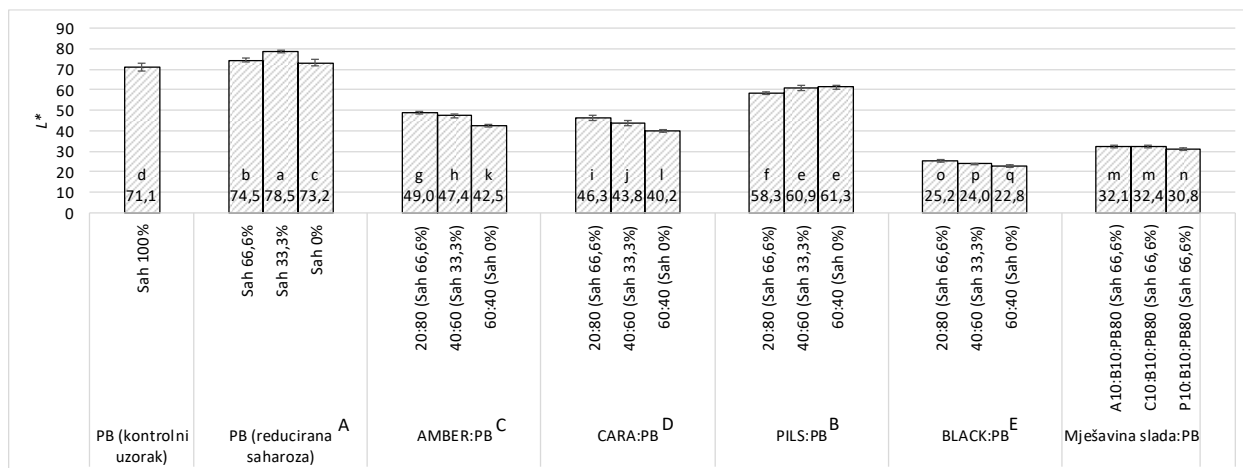
**Slika 8** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na silu lomljenja (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



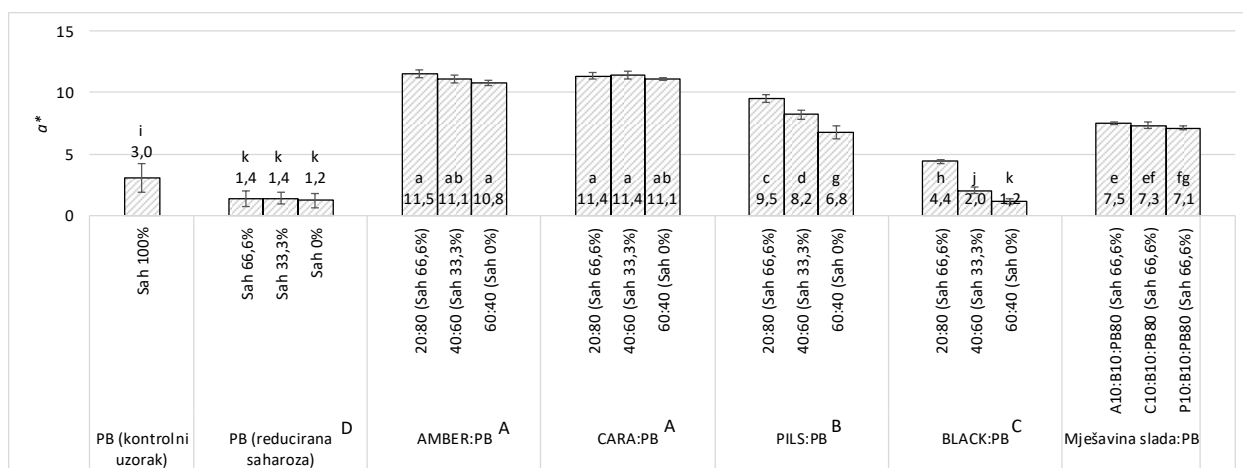
**Slika 9** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na dubinu prodiranja noža do trenutka lomljenja (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



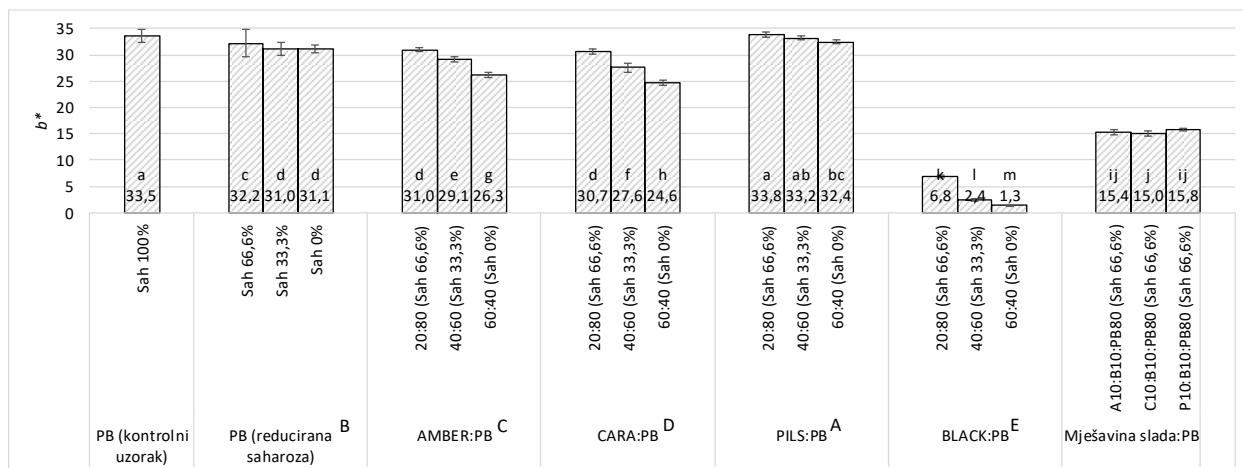
**Slika 10** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na indeks lomljivosti (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 11** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na  $L^*$  vrijednost boje (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)

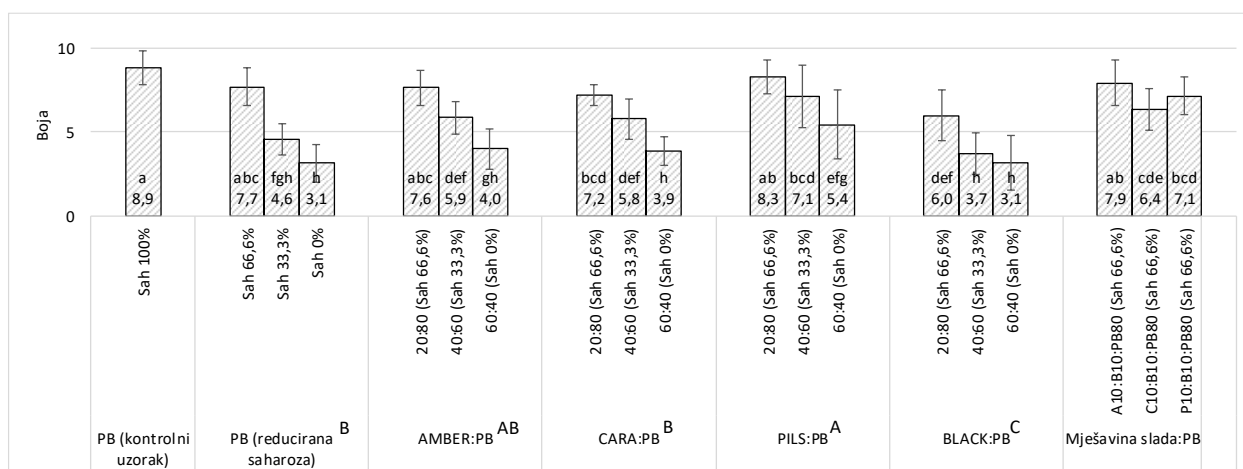


**Slika 12** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na  $a^*$  vrijednost boje (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

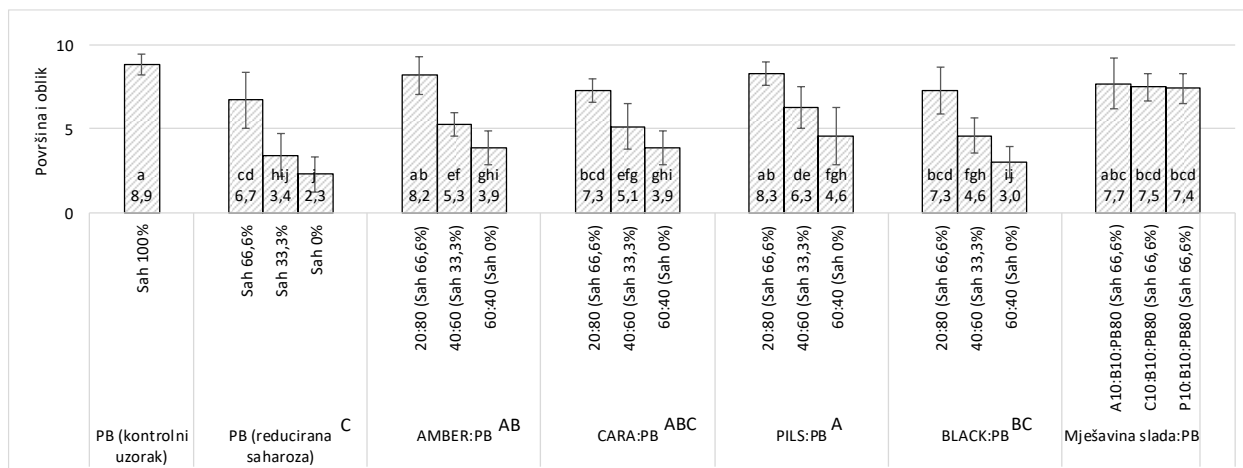


**Slika 13** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na  $b^*$  vrijednost boje (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje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

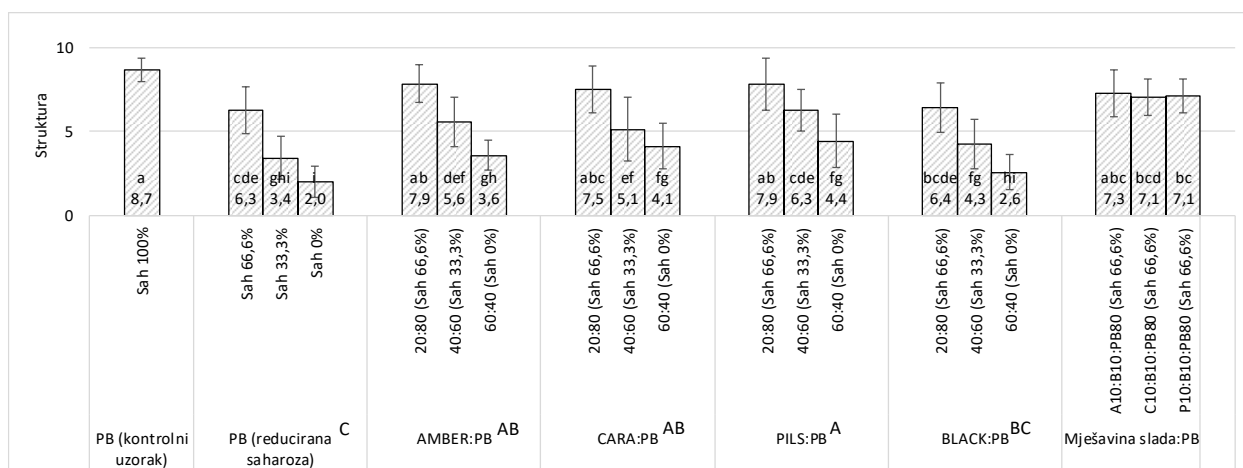
## 4.2. REZULTATI SENZORSKOG OCJENJIVANJA



**Slika 14** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu boje (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)

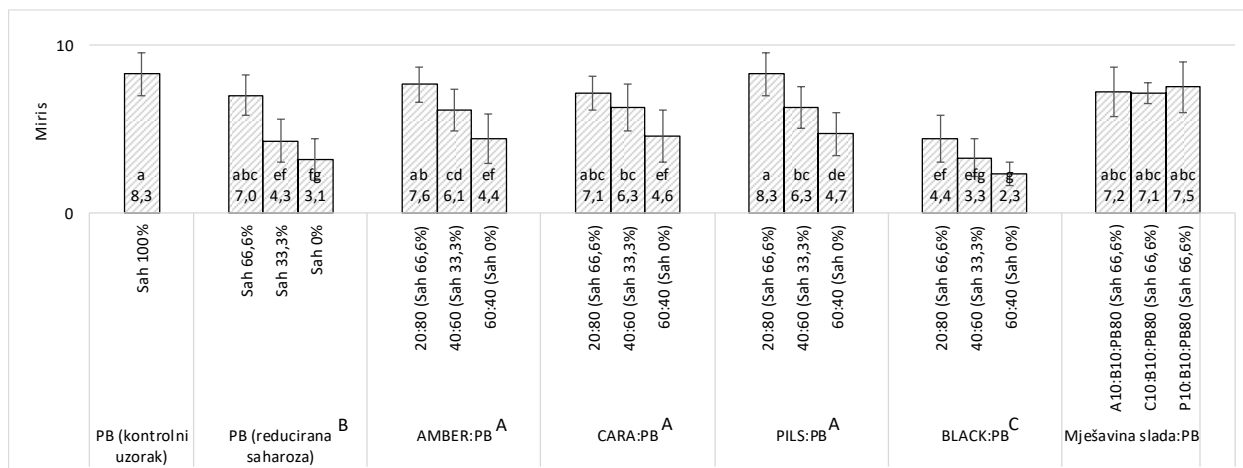


**Slika 15** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu površine i oblika (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu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

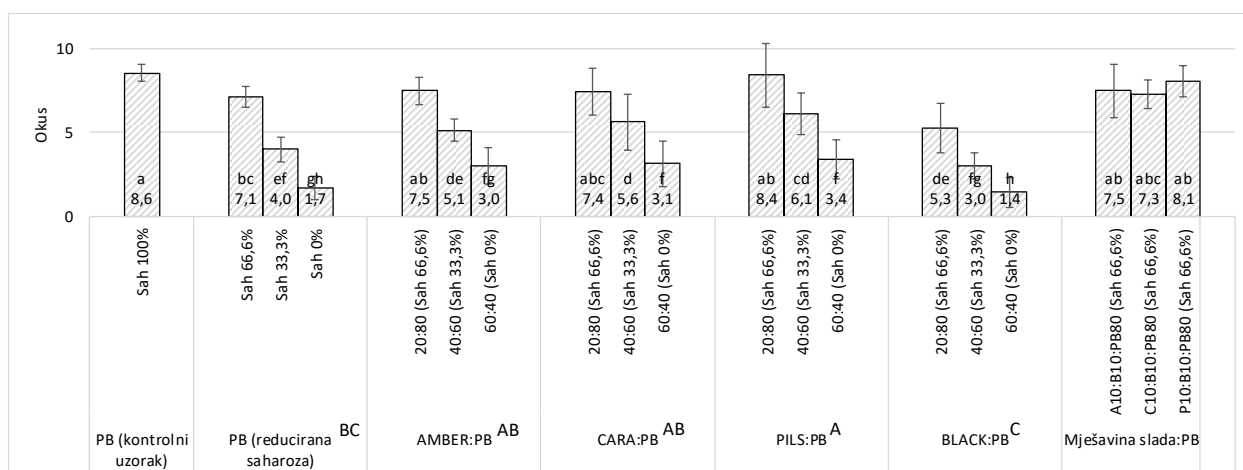


**Slika 16** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu strukture (presjeka) (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu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

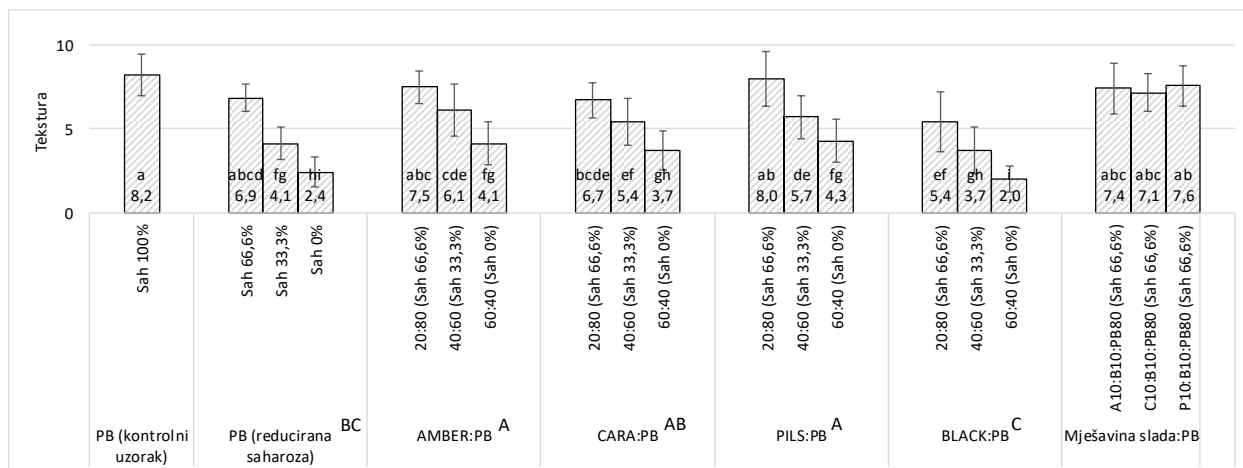




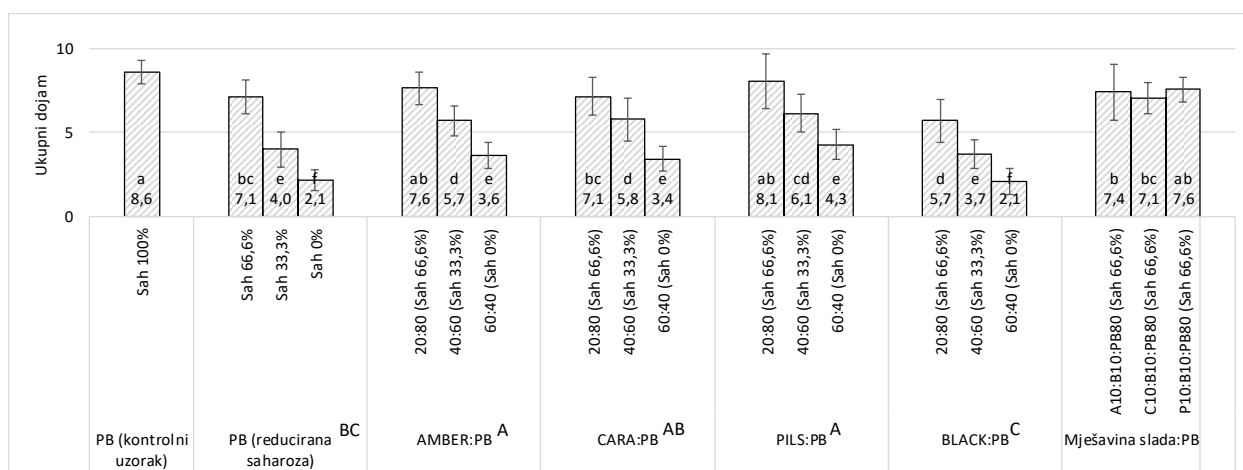
**Slika 17** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu mirisa (prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 18** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu OKUSA (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 19** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu teksture (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 20** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu ukupnog dojma (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 s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %) i smanjenja količine dodane saharoze (66,6%, 33,3% i 0% od standardne recepture prema AACC 10-50D metodi) te bez dodatka glukoze na kvalitetu čajnog peciva. Sladno brašno dobiveno je mljevenjem specijalnih tipova pivarskog ječmenog slada: AMBER, karamelni slad CARA120, PILSNER i prženi BLACK slad, a s obzirom na povećan udio različitih šećera (monosaharida, disaharida i dekstrina) u sladnom brašnu, u proizvodnji čajnog peciva se smanjivao dodatak šećera proporcionalno povećanju udjela sladnog brašna u recepturi. Pri omjeru sladnog i pšeničnog brašna 20:80 šećer se dodavao u količini od 66,6% od originalne količine propisane recepturom, pri omjeru 40:60 dodavalo se 33,3% šećera, a pri omjeru 60:40 šećer je potpuno izostavljen. Proizvedeni su i uzorci čajnog peciva s mješavinama sladnog brašna, i to 10% AMBER i 10% BLACK slada, 10% CARA i 10% BLACK slada te 10% PILSNER i 10% BLACK slada. Na uzorcima proizvedenim uzorcima određena su fizikalno-kemijska svojstva kao što su sadržaj vlage, promjer, visina, faktor širenja, volumen, teksturalna svojstva i boja te je provedena senzorska ocjena čajnog peciva.

Sadržaj vlage u pečenim uzorcima prikazan je na **Slici 3**. Sadržaj vlage kretao se od 5,3% (uzorak s 20% BLACK slada) do 17,1% (čajno pecivo od pšeničnog brašna bez dodatka šećera). Vidljivo je da smanjenje dodatka saharoze uzrokuje značajno povećanje vlage čajnog peciva bez obzira na vrstu dodatka, ali se ipak može primijetiti da je to povećanje manje u uzorcima s dodatkom CARA, PILS i BLACK sladnog brašna. Iste rezultate dobili su i Pareyt *i sur.*, 2009. u svom radu u kojem su ispitivali utjecaj dodatka šećera na strukturalna i teksturalna svojstva čajnih peciva. To se može objasniti činjenicom da sladna brašna sadrže dovoljne količine vlastitih šećera koje u određenoj mjeri mogu nadomjestiti reduciranu količinu dodanog šećera.

Rezultati ispitivanja fizikalnih svojstava čajnog peciva prikazani su na **Slikama 4-7**. Promjer uzoraka se statistički značajno smanjivao ( $p < 0,05$ ) proporcionalno sa smanjenjem dodatka šećera za uzorke od pšeničnog brašna, od 7,1 cm za uzorke sa 100% šećera, do 5,4 cm za uzorke bez dodanog šećera. Faktor širenja se također smanjivao uz reduciranu količinu dodanog šećera (55,9 za uzorak sa 100% šećera do 26,0% bez dodatka šećera). Analogno smanjenju promjera i faktora širenja kod ovih uzoraka, smanjenjem dodatka šećera povećala se visina čajnog peciva (od 1,4 cm do 2,1 cm). Ovo se može objasniti djelovanjem šećera na sprječavanje razvoja glutena pa se u uzorcima s reduciranom količinom šećera gluten prekomjerno razvija, što dovodi do skupljanja uzoraka i povećanja njegove visine. Najveći promjer imali su uzorci od pšeničnog brašna sa 100%

šećera i uzorci s dodatkom 20% sladnog brašna i to bez obzira na vrstu i unatoč smanjenoj količini dodane saharoze (66,6%). Iz ovih rezultata je vidljivo da šećeri iz sladnog brašna u određenoj mjeri mogu zamijeniti saharozu. Navedeni uzorci imali su i najveći faktor širenja.

Najveći specifični volumen (**Slika 7**) izmjeren je kod uzorka s mješavinama sladnog brašna (1,9-2,0 cm<sup>3</sup>/g). Može se primijetiti da se povećanjem udjela sladnog brašna (i smanjenjem dodane saharoze) specifični volumen čajnog peciva u pravilu smanjuje što se može objasniti činjenicom da se povećanjem dodatka sladnog brašna smanjuje ukupna količina glutena.

Teksturalna svojstva čajnog peciva (**Slike 8-10**) ispitana su pomoću analizatora teksture metodom savijanja/lomljenja uzoraka do trenutka pucanja. Smanjenje dodatka saharoze značajno je smanjilo silu potrebnu za lomljenje uzorka dok se dubina prodiranja sonde do trenutka lomljenja značajno povećavala ( $p < 0,05$ ). Najveću silu potrebnu za lomljenje uzoraka imao je kontrolni uzorak i uzorci s dodatkom BLACK slada. Na **Slici 10** prikazane su vrijednosti za indeks lomljivosti (kvocijent sile lomljenja i udaljenosti lomljenja) koji najbolje predstavlja čvrstoću čajnog peciva. Najveći indeks lomljivosti također su imali kontrolni uzorak i uzorci s dodatkom BLACK slada.

Boja uzoraka određena je kolorimetrom (Minolta), a rezultati su prikazani na **Slikama 11-13**. Najsvjetliji uzorci bili su bez dodatka sladnog brašna. Svjetlina uzoraka je opadala proporcionalno dodatku sladnog brašna. Vidljivo je da prženi slad BLACK daje čajna peciva izrazio tamne, gotovo crne boje. Kromatska komponenta  $a^*$  povećavala se dodatkom AMBER i CARA120 slada što ukazuje na veći udio crvene boje. Dodatkom prženog slada BLACK  $b^*$  vrijednosti su se značajno smanjivale (1,3-6,8) zbog izrazito tamne boje uzoraka.

Rezultati senzorskog ocjenjivanja čajnog peciva prikazani su na **Slikama 14-20**. Članovi senzorskog panela su kao najpoželjniju ocijenili boju uzoraka od pšeničnog brašna sa 100% šećera (8,9), s 20% PILSNER slada i 66,6% šećera (8,3). Isti uzorci su imali najbolje ocjene i za površinu i oblik, strukturu, miris, okus, teksturu i ukupan dojam. Vrlo dobre ocjene imali su i ostali uzorci s 20%-tnim dodatkom sladnog brašna, kao i uzorci s dodatkom mješavine svijetlog i tamnog slada.

Čajno pecivo s dodatkom BLACK sladnog brašna ocijenjeno je najslabije u svim kategorijama, a poglavito se to odnosi na nepoželjnu crnu boju proizvoda, preintenzivan miris i neprijatan gorak okus.

## **6. ZAKLJUČCI**

Smanjenje dodatka saharoze uzrokuje značajno povećanje vlage čajnog peciva bez obzira na vrstu dodatka, ali se ipak može primijetiti da je to povećanje manje u uzorcima s dodatkom sladnog brašna, a to se može objasniti činjenicom da sladna brašna sadrže dovoljne količine vlastitih šećera koje u određenoj mjeri mogu nadomjestiti reduciranu količinu dodanog šećera.

Promjer i faktor širenja čajnog peciva se značajno smanjuju, a visina povećava proporcionalno sa smanjenjem dodatka šećera i povećanjem udjela pšeničnog brašna jer se u uzorcima s reduciranom količinom šećera gluten prekomjerno razvija, što dovodi do skupljanja uzoraka i povećanja njegove visine.

Povećanjem udjela sladnog brašna (i smanjenjem dodane saharoze) specifični volumen čajnog peciva u pravilu se smanjuje što se može objasniti činjenicom da se povećanjem dodatka sladnog brašna smanjuje ukupna količina glutena.

Najveći indeks lomljivosti su imali kontrolni uzorak i uzorci s dodatkom BLACK slada. Smanjenje dodatka saharoze značajno smanjuje silu potrebnu za lomljenje uzorka dok se dubina prodiranja sonde do trenutka lomljenja značajno povećava.

Svjetlina uzoraka je opadala proporcionalno dodatku sladnog brašna. Prženi slad BLACK daje čajna peciva izrazio tamne, gotovo crne boje.

Najveće ocjene senzorskih svojstva imali su uzorci od pšeničnog brašna sa 100% šećera uzorci s 20% tnm dodatkom sladnog brašna, kao i uzorci s dodatkom mješavine svijetlog i tamnog slada.

## **6. LITERATURA**



- Afoakwa EO: *Chocolate Science and Technology*, Wiley-Blackwell, UK, 2010.
- AACC 44-15A, Moisture—Air-Oven Methods, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, 2000
- AACC 10-50D, Baking Quality of Cookie Flour, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, 2000
- Briggs DE: *Barley*. Chapman and Hall Ltd., London, 1978.
- 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.
- Čehajić R., Šakić N: *Njegovo veličanstvo pivo*, Minex doo, Zenica, 2005.
- Đaković Lj: Pšenično brašno. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1997.
- 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 Minnesota, 1994.
- 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.
- Koceva Komlenić D, Jukić M: *Materijali s predavanja na kolegiju „Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda“*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2019.
- Kovačević D: *Kemija i tehnologija mesa i ribe*, Osijek, 2001.
- Kunze W: *Technology brewing and malting*. English translation of the 7th edition of Technologie Brauer und Mälzer, VLB Berlin, Njemačka, 1999.
- Leskošek-Čukalović I: *Tehnologija piva*. Poljoprivredni fakultet Beograd, Beograd, 2002.

Lineback DR, Rasper VF: Wheat carbohydrates. U *Wheat chemistry and technology*, Vol 1 Y. Pomeranz (ur.). American Association of Cereal Chemists, St.Paul, Minnesota. 1988.

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.

Marić V: Proizvodnja ječmenog slada. U *Biotehnologija i Sirovine*. V. Marić (ur.), Stručna i poslovna knjiga d.o.o., Zagreb, str. 155-180, 2000.

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

Pareyt B., Delcour JA: The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A review on sugar-snap cookies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48 (9): 824-839, 2008.

Pareyt B, Brijs K, Delcour JA: Sugar-snap cookie dough setting: The impact of sucrose on gluten functionality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(17):7814-7818, 2009.

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

Šimić G.: Utjecaj genotipa i okolišnih uvjeta na parametre sladarske kakvoće ozimog ječma (*Hordeum vulgare* L.). Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2009.

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

web izvor 1: [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) (4.9.2019.)

web izvor 2: <https://www.slideserve.com/clay/karakteristike-pojedinih-biotehnolo-kih-procesa-pivo-vino> (4.9.2019.)