# Upotreba pivarskog ječmenog slada kao zamjena za dodatak saharoze u proizvodnji biskvita

**Koljđeraj, Antonio**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:109:987148

*Rights / Prava:* Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar

*Repository / Repozitorij:*

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

**Antonio Koljđeraj**

# UPOTREBA PIVARSKOG JEČMENOG SLADA KAO ZAMJENA ZA DODATAK SAHAROZE U PROIZVODNJI BISKVITA

DIPLOMSKI RAD

**Osijek, rujan, 2020.**

**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: doc. dr. sc. *Gjore Nakov*

**UPOTREBA PIVARSKOG JEČMENOG SLADA KAO ZAMJENA ZA DODATAK SAHAROZE U PROIZVODNJI BISKVITA**

Antonio Koljđeraj, 0113138044

**Sažetak:** Cilj ovog diplomskog rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %), ali i utjecaj smanjene količine dodane saharoze (83,3%, 66,6% i 50,0% u odnosu na standardnu recepturu) na kvalitetu biskvita. Sladno brašno dobiveno je mljevenjem specijalnih tipova pivarskog ječmenog slada: Pilsner, Amber i prženi Black slad. U uzorcima laboratorijski proizvedenih biskvita određen je sadržaj vlage, aktivitet vode, specifični volumen, teksturalni profil i boja te je provedena senzorska ocjena uzoraka.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da smanjenje dodatka saharoze uzrokuje značajno povećanje udjela i aktiviteta vode, ali se može primijetiti da je to povećanje manje u uzorcima s dodatkom sladnog brašna. Specifični volumen se smanjuje uslijed smanjenog dodatka šećera, a sladno brašno nema značajan utjecaj na specifični volumen u odnosu na uzorke sa pšeničnim brašnom. Uslijed smanjenog specifičnog volumena značajno se povećava čvrstoća i otpor žvakanja, a smanjuje kohezivnost i elastičnost biskvita proporcionalno sa smanjenjem količine dodane saharoze i povećanjem udjela sladnog brašna u recepturi. Svjetlina uzoraka opada, a udio crvene i žute kromatske komponente se povečava proporcionalno dodatku Pilsner i Amber sladnog brašna dok prženi slad Black daje biskvite izrazito tamne, gotovo crne boje. Smanjenje količine dodane saharoze i zamjena pšeničnog brašna s Pilsner i Amber sladnim brašnom do 60% nema negativan utjecaj na senzorska svojstva biskvita.

Ključne riječi: biskvit, ječmeno sladno brašno, redukcija saharoze

Rad sadrži: 37 stranica
1 tablica
19 slika
15 literaturnih referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

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

| | | |
|---|---|---|
| 1. | prof. dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić* | predsjednik |
| 2. | prof. dr. sc. *Marko Jukić* | član-mentor |
| 3. | izv. prof. dr. sc. *Jasmina Lukinac Čačić* | član |
| 4. | izv. prof. dr. sc. *Krešimir Mastanjević* | zamjena člana |

Datum obrane: 30. rujna 2020.

**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, assist. prof. |

**The Brewer's Barley Malt as a Substitute for Sucrose in Sponge Cake Production**

Antonio Koljđeraj, 0113138044

**Summary:** The aim of this study was to investigate the effect of replacing the part of wheat flour with malted brewer's barley flour (20, 40 and 60 %), as well as the effect of reduced sucrose addition (83.3%, 66.6% and 50.0%) on the quality of sponge cakes. Moisture, water activity, and specific volume of samples were evaluated. The texture profile analysis, colour determination and 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 and water activity in sponge cakes, but it can still be observed that this increase is less in the samples with the addition of malted flour. The specific volume decreases due to the reduced addition of sugar, and malt flour has no significant effect on the specific volume compared to the samples with wheat flour. Due to the reduced specific volume, the hardness and chewiness are significantly increased, and the cohesiveness and elasticity of the samples is reduced proportionally to the decrease in the amount of added sucrose and the increase of malted flour in the recipe. The lightness of the samples decreases, and the proportion of red and yellow chromatic components increases with the addition of Pilsner and Amber malted flour. The roasted malt causes a distinctly dark, almost black colour of the sponge cake. Reducing the amount of added sucrose and replacing wheat flour with Pilsner and Amber malt flour by up to 60% has no negative impact on the sensory properties of the sponge cakes.

| | |
|---|---|
| Key words: | sponge cake, malted barley flour, reduced sucrose addition |
| Thesis contains: | 37 pages<br>1 table<br>19 figures<br>15 references |
| Original in: | Croatian |

Defense committee:

| | | |
|---|---|---|
| 1. | *Daliborka Koceva Komlenić*, PhD, full prof. | chair person |
| 2. | *Marko Jukić*, PhD, full prof. | supervisor |
| 3. | *Jasmina Lukinac Čačić,* PhD, assoc. prof. | member |
| 4. | *Krešimir Mastanjević,* PhD, assoc. prof. | stand-in |

Defense date: September 30, 2020

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

## Sadržaj


**1. UVOD ..... 1**

**2. TEORIJSKI DIO ..... 3**

2.1. BISKVIT ..... 4

2.2. SIROVINE PROIZVODNJU BISKVITA ..... 4

*2.2.1. Pšenično brašno ..... 4*

*2.2.2. Šećer ..... 5*

*2.2.3. Jaja ..... 5*

*2.2.4. Sredstva za narastanje ..... 6*

*2.2.5. Ostale sirovine ..... 6*

2.3. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE BISKVITA ..... 7

*2.3.1. Priprema i odvaga sirovina ..... 9*

*2.3.2. Izrada biskvitne pjene ..... 9*

*2.3.3. Izrada biskvitne mase ..... 10*

*2.3.4. Oblikovanje, pečenje i hlađenje biskvita ..... 11*

*2.3.5. Ukrašavanje, punjenje i pakiranje biskvita ..... 12*

2.4. PIVARSKI JEČMENI SLAD ..... 12

2.4.1. PROIZVODNJA PIVARSKOG JEČMENOG SLADA ..... 13

2.4.2. OSNOVNI TIPOVI SLADA ..... 14

*2.4.3.1. Svijetli slad ..... 14*

*2.4.3.2. Tamni slad ..... 14*

2.4.3. SPECIJALNI TIPOVI SLADA ..... 15

*2.4.3.1. Prženi slad ..... 15*

*2.4.3.2. Karamelni slad ..... 15*

*2.4.3.3. Proteolitički i kiseli slad ..... 16*

**3. EKSPERIMENTALNI DIO ..... 17**

*3.1. ZADATAK ..... 18*

*3.2. MATERIJALI ..... 18*

*3.3. METODE ..... 18*

*3.3.1. Laboratorijska proizvodnja biskvita ..... 18*

*3.3.2. Ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava biskvita ..... 19*

*3.3.3. Određivanje boje ..... 20*

*3.3.4. Senzorska ocjena ..... 20*

*3.3.5. Statistička obrada rezultata ..... 20*

**4. REZULTATI ..... 21**

4.1. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH SVOJSTAVA BISKVITA ..... 22

4.2. REZULTATI ISPITIVANJA TEKSTURALNOG PROFILA BISKVITA ..... 23

4.3. REZULTATI ISPITIVANJA BOJE BISKVITA ..... 25

4.4. REZULTATI SENZORSKOG OCJENJIVANJA BISKVITA ..... 27

**5. RASPRAVA ..... 31**

**6. ZAKLJUČCI ..... 35**

**6. LITERATURA ..... 37**

# 1. UVOD

Biskvit kao prehrambeni proizvod je odavno poznat u pripremi slastica. Vjeruje se da potječe još iz renesansnog doba kada su tadašnji kuhari miješanjem jaja, šećera i brašna dobili ovaj lagani beskvasni proizvod. Otkrićem sredstva za narastanje i njegovom upotrebom u proizvodnji biskvita, njegovo ključno svojstvo, a to je spužvasta struktura, značajno je poboljšana. Kako se u današnje vrijeme sve više vodi računa o hrani koju konzumiramo, dolazimo do spoznaja o štetnim sastojcima za ljudsko zdravlje koji se u prevelikoj količini upotrebljavaju u izradi namirnica. Jedan od tih sastojaka je i šećer, odnosno saharoza, koji se još naziva i tihim ubojicom 21. stoljeća. Stoga je važno usmjeriti pažnju na štetnost šećera te pronalaziti nove metode i načine u izradi namirnica, a da pritom previše ne utječemo na promjenu njihovih svojstava kao što su aroma, okus, miris, struktura i slično. Kako je za izradu biskvita potrebno brašno s niskim udjelom proteina, moguće je koristiti brašno drugih žitarica umjesto ili kao zamjena za dio najčešće korištenog pšeničnog brašna. Jedno od takvih brašna je i ječmeno brašno, ali ječmeni slad, koji su svojim funkcionalnim svojstvima dostojna zamjena za pšenično brašno. Drugačiji tipovi ječmenog slada različito djeluju na kvalitetu finalnog proizvoda.

Zadatak ovog rada je bio ispitati kvalitetu biskvita nakon zamjene dijela saharoze i pšeničnog brašna s brašnom različitih tipova specijalnog pivarskog ječmenog slada. Korištene su tri vrste ječmenog slada („Amber“, „Pilsner“ i „Black“) u različitim udjelima.

# 2. TEORIJSKI DIO

## 2.1. BISKVIT

Prema Pravilniku o žitaricama i proizvodima od žitarica, NN 81/16 biskvit je proizvod dobiven od jaja, žumanjaka i/ili bjelanjaka, ili odgovarajuće količine proizvoda od jaja, šećera, mlinskih proizvoda i/ili škroba i aditiva, bez ili uz dodatak masnoća.

Biskvit je prehrambeni proizvod koji se dobiva oblikovanjem i pečenjem prethodno napravljene biskvitne mase. Proces izrade biskvita najprije se sastoji od izrade biskvitne pjene koja se dobiva miješanjem šećera sa žumanjkom i bjelanjkom jajeta u fini koloidni sustav. U takvom koloidnom sustavu zrak je u obliku sitnih mjehurića dispergiran u tekućoj fazi načinjenoj od šećera, žumanjaka i bjelanjaka. Kvaliteta samog biskvita najviše ovisi o kvaliteti izrade biskvitne pjene. Miješanjem brašna i biskvitne pjene nastaje smjesa koju nazivamo biskvitna masa.

## 2.2. SIROVINE PROIZVODNJU BISKVITA

### 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 81/16).

Postoje tri vrste pšenice koje su najzastupljenije u proizvodnji brašna:

- Obična ili meka pšenica (*Triticum aestivum*)
- Patuljasta pšenica (*Triticum compactum*)
- Tvrda pšenica (*Triticum durum*)

Obična pšenica se još naziva i krušna pšenica jer koristi za proizvodnju pekarskih proizvoda. Za proizvodnju kolača i pita najčešće se koristi brašno dobiveno od patuljaste pšenice, dok se brašno tvrde pšenice koristi za proizvodnju tjestenine zbog visokog udjela proteina.

Zrno pšenice se sastoji od:

- Ovojnice (omotača),
- Endosperma
- Klice

Za proizvodnju biskvita se koriste slabija brašna s udjelom proteina od 8 do 9% te s malom sposobnošću upijanja vode. Ukoliko brašno koje se koristi za izradu biskvitne mase sadrži previše proteina, moguće ga je prije dodavanja pomiješati sa škrobom ili brašnom drugih žitarica što oslabljuje brašno, smanjuje gustoću biskvitne mase, povećava volumen i pomaže u formiranju nježne teksture biskvita (Gavrilović, 2003).

### 2.2.2. Šećer

Pod pojmom šećer najčešće podrazumijevamo saharozu, molekulu koja se sastoji od dva dijela tj. od glukoze i fruktoze. Mnoge biljke u svojim sokovima sadrže saharozu, ali su za industrijsku proizvodnju saharoze najznačajnije šećerna repa i šećerna trska zbog visokog udjela saharoze u svojim sokovima.

U proizvodnji biskvita koristi se šećer u obliku kristala ili u prahu. Šećer, osim što daje okus slatkoće, utječe na strukturu i teksturu biskvita (Gavrilović, 2003). Prilikom pripreme biskvita otopljeni šećer utječe na viskoznost smjese i omogućava parcijalnu hidrataciju glutena (Kweon i sur., 2009; 2014). Šećer tijekom tučenja ima ulogu pojačivača čvrstoće proteina jer povećava koncentraciju suhe tvari u smjesi. Zbog toga su proteini u mogućnosti formirati veliku graničnu površinu te zadržati veće količine zraka. Time se osigurava volumen i stabilnost biskvitne pjene (Gavrilović, 2003).

### 2.2.3. Jaja

Jaja i/ili proizvodi dobiveni od jaja su visoko funkcionalni sastojak, a u proizvodnji biskvita se koriste na početku pri izradi biskvitne pjene. Jaje se sastoji od žumanjka i bjelanjka. Žumanjak je energijom najbogatiji dio jaja, a sadržava oko 49% vode, 16% bjelančevina, 33% masti, 1% ugljikohidrata i 1% mineralnih tvari. Trigliceridi čine većinu udjela u mastima žumanjka. Kolesterol i lecitin se također nalaze u žumanjku jajeta. Boja žumanjka dolazi od karotenoida. Bjelanjak sadrži 85-88% vode i 12-15% suhe tvari. Bogat je bjelančevinama po čemu je i dobio ime.

Biskvitna pjena se sastoji od bjelanjka, žumanjka i šećera zajedno umiješanih u prozračnu smjesu. Udio jaja u biskvitnoj smjesi iznosi najmanje 2/3 svježih jaja računato na masu brašna.

Gavrilović (2003.) navodi kako bjelanjak i žumanjak doprinose izradi biskvitne pjene:

- Djelovanjem mehaničkog rada dolazi do sjedinjavanja zraka s proteinima bjelanjka;

- Lecitin iz žumanjka smanjuje površinsku napetost između tekuće i plinovite faze te utječe na povećanje površinske aktivnosti molekula masti žumanjka pri čemu nastaje emulzija.

### 2.2.4. Sredstva za narastanje

Kada govorimo o sredstvima za narastanje u proizvodnji keksa i keksima srodnih proizvoda razlikujemo dva tipa sredstva za narastanje:

- Biokemijsko: pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*) koji razgrađuje šećere do ugljikovog dioksida i vode pri čemu ugljikov dioksid ne može izaći iz smjese te uzrokuje dizanje tijesta.
- Kemijsko: amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat su najčešća kemijska sredstva za narastanje. Natrijev hidrogenkarbonat (soda bikarbona) se lako otapa u vodi, a pri zagrijavanju dolazi do razgradnje na natrijev karbonat, ugljikov dioksid i vodu.
- Mehanička aeracija

$$2\,NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \quad (1)$$

Amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat osim što služe kao sredstva za narastanje također mijenjaju pH sredine tijesta, sprječavaju ljepljivost tijesta te pridonose boljem stanjivanju tijesta.

Kod proizvodnje biskvita osnovno sredstvo za narastanje je zrak iz biskvitne pjene, ali je moguće biskvitnu masu dodatno obogatiti plinovima dodatkom kemijskih sredstva za narastanje.

### 2.2.5. Ostale sirovine

Osim navedenih osnovnih sirovina, za izradu biskvita mogu se upotrebljavati i dodatne sirovine koje će svojim funkcionalnim svojstvima doprinijeti kvaliteti biskvita.

Glukoza i med su jedni od tih sastojaka koji zadržavaju mekoću sredine proizvoda, dok se za dopunu boje i arome mogu koristiti obrano mlijeko u prahu i nemasni kakao prah.

Za izradu masnog biskvitnog kolača koristi se margarin, biljna mast, maslac i emulgator. S obzirom na sadržaj masti biskvitna masa se dijeli na laku i tešku biskvitnu masu. Laka biskvitna masa sadrži od 7 do 11% masti, dok teška biskvitna masa sadrži od 15 do 25% masti. Pri smanjenju sadržaja masti u biskvitnoj masi dolazi do povećanja gustoće mase te smanjenja prinosa volumena biskvitnog kolača (Gavrilović, 2003).

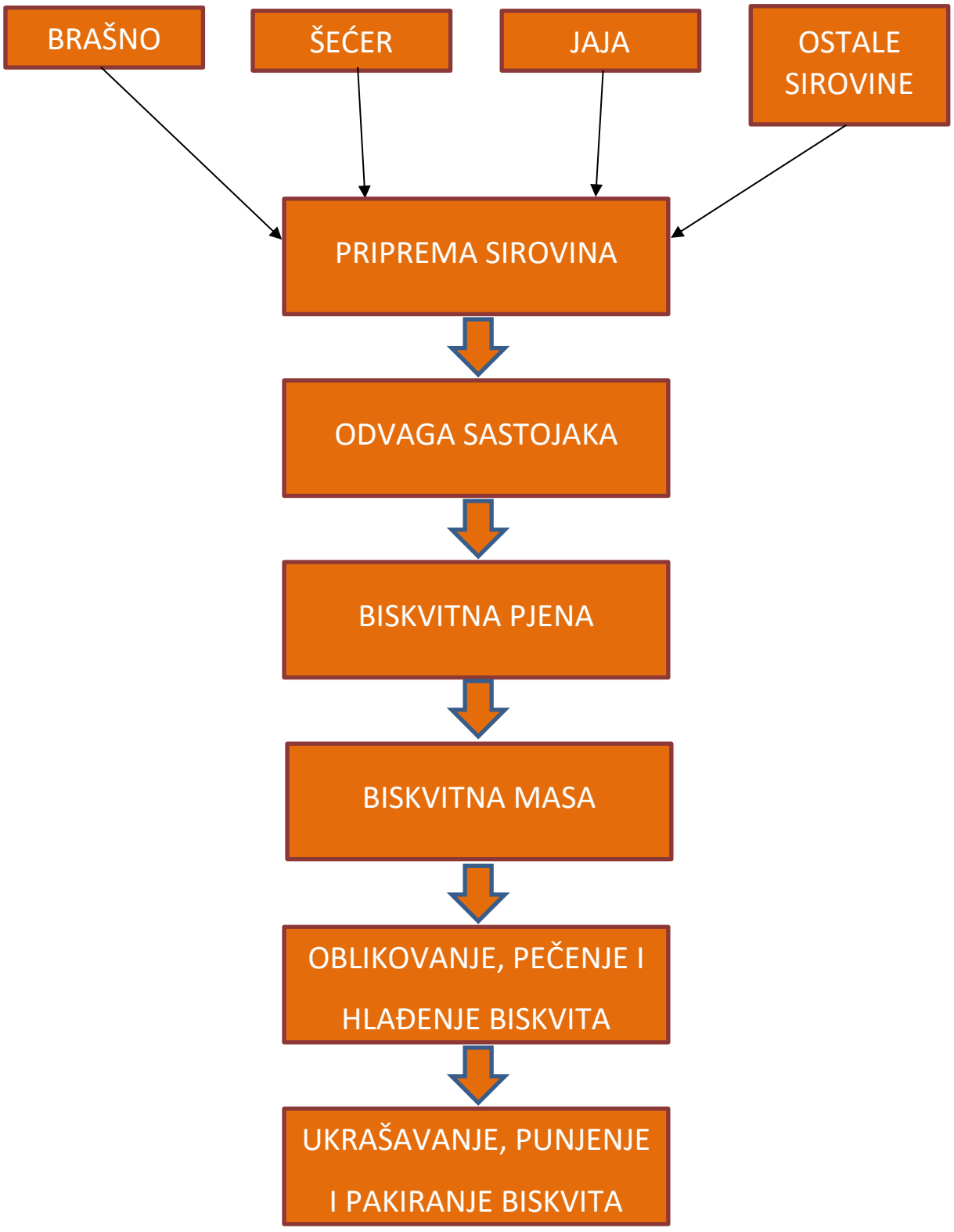
U neke vrste biskvita se mogu dodavati sušeno i ušećereno voće.

## 2.3. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE BISKVITA

Proces proizvodnje biskvita je složen proces koji ovisi od sirovinskog sastava, njihove kvalitete, temperature, promjenama koje se događaju tijekom procesa proizvodnje i uređajima koji se koriste za njegovu izradu.

Sam proces se sastoji od pripreme sirovina, odvage i dodavanja sastojaka redoslijedom po recepturi, izrade biskvitne pjene, izrade biskvitne mase, oblikovanja biskvitne mase, pečenja biskvitne mase, hlađenja, ukrašavanja i punjenja biskvita te pakiranja finalnog proizvoda.

Shema procesa proizvodnje biskvita prikazana je **Slikom 1**.




**Slika 1** Shema procesa proizvodnje biskvita

### 2.3.1. Priprema i odvaga sirovina

Kako bi se osigurala kontinuirana kvaliteta proizvoda, sirovine se moraju redovito kontrolirati. Kontrola sirovina se provodi u laboratorijima koji se nalaze u blizini jedinice za zamjes tijesta.

Važno je pripremiti sirovine ukoliko to tehnološki postupak proizvodnje zahtijeva. Postupak pripreme sirovina za zamjes najčešće uključuje:

- prosijavanje brašna kako bi se uklonile eventualne nečistoće te kako bi brašno postalo rastresito i prikladno za zamjes;
- mljevenje kristalnog šećera ukoliko je za proizvodnju potreban šećer u prahu;
- masnoće, jaja i vodu temperirati na određenu temperaturu kako bi se dobila željena temperatura tijesta koja osigurava kvalitetniji zamjes (Gavrilović, 2003).

Prema točno određenoj recepturi se zatim obavlja odvaga i dodavanje sirovina u mješalicu. Dodavanje sirovina može biti automatsko, poluautomatsko ili ručno dok količina dodanih sastojaka ovisi o kapacitetu miješalice.

### 2.3.2. Izrada biskvitne pjene

Biskvitna pjena predstavlja koloidni sustav koji se sastoji od tekuće i plinovite faze. Tekuću fazu čine šećer, žumanjak i bjelanjak, dok je plinovita faza zrak. Zrak je dispergiran u obliku sitnih mjehurića u tekućoj fazi.

Za izradu biskvitne pjene važnu ulogu ima vrijeme tučenja. Na početku tučenja mast žumanjka je raspodijeljena u obliku masne opne koja sprječava dodir proteina iz jaja sa zrakom. Daljnjim tučenjem dolazi do reakcija molekula proteina koji se preko svojih slobodnih veza savijaju, združuju i grade velike granične površine. Na tim graničnim površinama polipeptidni lanci se šire, inkorporiraju zrak i formiraju strukturu pjene. Šećer tijekom tučenja ima ulogu pojačivača čvrstoće proteina jer povećava koncentraciju suhe tvari u smjesi. Zbog toga su proteini u mogućnosti formirati veliku graničnu površinu te zadržati veće količine zraka. Time se osigurava volumen i stabilnost biskvitne pjene (Gavrilović, 2003).

Važno je osigurati optimalno vrijeme tučenja jer pri prekratkom vremenu neće doći do razvoja pjene i rasta njenog volumena. Osim prekratkog vremena, predugo vrijeme tučenja također negativno utječe na izradu biskvitne pjene.

Dužim tučenjem od optimalnog dolazi do izduživanja proteinskih lanaca i samim tim do popuštanja čvrstoće proteinske strukture. Sitni mjehurići zraka se oslobađaju te dolazi do smanjenja volumena i stabilnosti pjene. Takva biskvitna pjena se smatra pretučenom (Gavrilović, 2003).

Na volumen biskvitne pjene također utječe temperatura sirovina koja bi trebala biti oko 20–30 °C. Stoga je sirovinama koje se čuvaju pri hladnijim temperaturama potrebno uskladiti temperature s temperaturom ostalih sirovina. Gavrilović (2003.) navodi da biskvitna masa izrađena s jajima temperature od 10 °C ima manji volumen od biskvitne mase izrađene od jaja temperature 20 ili 30 °C.

Glavni pokazatelji kvalitete biskvitne pjene su:

- volumen;
- stabilnost pjene i
- gustoća.

Budući da volumen, stabilnost pjene i gustoća ostaju nepromijenjeni kratko vrijeme, bitno je što prije krenuti u izradu biskvitne mase.

### 2.3.3. Izrada biskvitne mase

Biskvitna masa nastaje kada se biskvitna pjena pomiješa s brašnom. Tijekom miješanja sastojci brašna se hidratiziraju, proteini glutena se strukturiraju te povezuju sa sastojcima biskvitne pjene. Dodatkom vode pri izradi biskvitne mase, dodaje se i površinski aktivna tvar (emulgator) koja poboljšava homogenost biskvitne mase. Vrsta emulgatora i njegova dodana količina ovisi o sirovinskom sastavu biskvitne mase (Gavrilović, 2003).

U nastaloj biskvitnoj masi udio zraka je preko 60 % dok je udio vlage 20–32%.

Biskvitna masa je gusta i viskozna smjesa s mekom konzistencijom, glatka na površini i presjeku. Posjeduje elastično-plastična svojstva koja joj omogućuju ograničeno širenje i zadržavanje stabilnog oblika do trenutka pečenja.

Za određivanje kvalitete biskvitne mase ispituju se sljedeći parametri:

- gustoća biskvitne mase - ovisi o sirovinskom sastavu, vremenu tučenja i tehnološkoj kvaliteti brašna. Iznosi između 200 i 500 kg/$m^3$, a kod mekanih (masnih) biskvita 600-900 kg/$m^3$.
- konzistencija biskvitne mase - parametar koji pokazuje koliko je stabilna biskvitna masa prilikom oblikovanja, odnosno kako se ponaša kada se nalazi na ravnoj podlozi (zadržava li zauzeti volumen ili se širi i koliko se širi po podlozi).
- temperatura biskvitne mase - optimalna temperatura biskvitne mase iznosi 20-30 °C (mase za mekane biskvite 20-24 °C), a ovisi o sirovinskom sastavu, specifičnoj toplini svake sirovine te unesenoj mehaničkoj energiji prilikom miješanja.
- Volumen biskvitne mase - provjerava se prinos volumena proizvoda u $dm^3$/100 kg biskvitne mase. Prinos volumena ovisi o gustoći i konzistenciji biskvitne mase. Što je gustoća manja i konzistencija biskvitne mase stabilnija, prinos volumena je veći (Gavrilović, 2003).

### 2.3.4. Oblikovanje, pečenje i hlađenje biskvita

Nakon izrade biskvitne mase slijedi njeno oblikovanje. Biskvitna masa se istiskuje u pojedinačne kalupe koji mogu biti različitih veličina i oblika ovisno o obliku biskvita kojeg želimo dobiti. Prije samog istiskivanje potrebno je kalupe premazati sredstvom za razdvajanje (najčešće nekakva masnoća) kako tijekom pečenja ne bi došlo do lijepljenja biskvitne mase za kalup u kojem se peče. Biskvitna masa se još može i direktno istiskivati na cijelu površinu trake za pečenje. Ovakav način istiskivanja je prikladan za industrijsku proizvodnju kada se želi dobiti veća količina biskvitnih proizvoda s nadjevom. U tom slučaju se biskvitna masa nakon pečenja premazuje nadjevom te reže na točno određenu veličinu i oblik.

Pečenje se odvija u pećnici, a različito vrijeme pečenja i temperatura pečenja ovise o sirovinskom sastavu, veličini i obliku proizvoda te da li je potrebno uvoditi paru ili ne. Pečenje piškota se provodi u tunelskim pećima 12-15 minuta pri temperaturi 170-180 °C.

Tijekom pečenja se odvijaju različiti procesi između sastojaka biskvitne mase ovisno o udjelu vlage. Ukoliko je udio vlage ispod 25% dolazi do nastanka složenih spojeva između polarnih lipida žumanjka, masti i emulgatora s amilozom i amilopektinom samo na površinskom sloju škroba, dok pri udjelu vlage do 32% ti složeni spojevi nastaju u većem dijelu škroba pri čemu se formira škrobni gel i meka tekstura biskvita. Za poroznu strukturu biskvita je odgovoran dehidrirani gluten koji je očvrsnut šećerom i proteinima bjelanjka (Gavrilović, 2003).

Hlađenje biskvita se odvija prirodnim putem u kalupima ili izvan njih. Prirodno hlađenje se provodi na otvorenom prostoru uz prirodno strujanje zraka. Kako kod prirodnog hlađenja nema naglih promjena temperatura ne dolazi do pucanja proizvoda te se ono zbog toga smatra najboljim načinom hlađenja.

### 2.3.5. Ukrašavanje, punjenje i pakiranje biskvita

Biskviti se mogu premazivati ili puniti žele-masom, ukrašavati čokoladom ili šećernim preljevom. Velike biskvitne trake često korištene u industrijskoj proizvodnji se premazuju različitim nadjevima, uvijaju u rolat te režu. Moguće je jednu premazanu biskvitnu traku pokriti drugom pri čemu se dobiva punjeni biskvitni proizvod (Gavrilović, 2003).

Ovisno o vrsti proizvoda, pakiranje može biti pojedinačno ili skupno. Pakiranje se provodi automatski ili ručno u specijalnu ambalažu koja proizvod mora zaštiti od utjecaja svijetlosti, vlage, stranih mirisa i štetnika.

## 2.4. PIVARSKI JEČMENI SLAD

Osnovna sirovina za proizvodnju slada je pivarski ječam. Ječam je jedna od najstarijih žitarica koje svoje porijeklo vuče sa Srednjeg istoka. U davna vremena se koristio za prehranu ljudi dok se danas koristi u proizvodnji piva i za ishranu stoke.

S obzirom na broj redova zrna na klasu ječam se dijeli na:

- šesteroredac;
- četveroredac i
- dvoredac (Mohaček, 1948).

Zbog povećanog sadržaja škroba (65-70%) i smanjenog sadržaja bjelančevina (10,5-11,55%) dvoredni pivarski ječam se koristi za proizvodnju slada. Nizak sadržaj proteina kod dvorednog pivarskog ječma s obzirom na ostale vrste pivarskog ječma igra veliku ulogu za dobivanje piva sa smanjenom mutnoćom. Šesteroredni ječam se zbog visokog udjela bjelančevina koristi za stočnu ishranu. Pri skladištenju ječma bitno je pripaziti na količinu vlage u zrnu ječma. S obzirom na vremenske uvijete tijekom žetve, vlaga u zrnu može iznositi od 12% u slučaju suhe žetve pa čak i

do 20% u slučaju vlažne žetve. Za kraće skladištenje ječma vlaga u zrnu ne bi trebala prelaziti 15%, dok za duže skladištenje zrno treba imati udjel vode ispod 12% (Čehajić i Šakić, 2005).

Slad predstavlja proklijalo zrno žitarice. Klijanje zrna žitarica se odvija u kontroliranim uvjetima, a najčešća žitarica u proizvodnji slada je ječam.

### 2.4.1. Proizvodnja pivarskog ječmenog slada

Marić (2000.) navodi da se postupak dobivanja slada može se podijeliti u nekoliko faza:

- čišćenje i sortiranje ječma;
- močenje ječmenog zrna;
- klijanje ječmenog zrna;
- sušenje zelenog slada;
- dorada zelenog slada.

Prije močenja ječmeno zrno mora proći postupak čišćenja i sortiranja prilikom čega se izdvajaju nečistoće i primjese koje smanjuju kvalitetu slada te negativno utječu na sam proces klijanja zrna. Sortiranje zrna se primjenjuje kako bi razdvojili zrna na temelju njihove veličine jer različite veličine zrna različito upijaju vlagu što također može negativno utjecati na klijanje zrna, a samim time i na kakvoću slada.

Postupak močenja se sastoji od potapanja zrna ječma u vodu na određeno vrijeme prilikom čega zrna upijaju vodu i bubre. Temperatura vode za močenje iznosi 10-18 °C, a proces se provodi do 48 sati. Poželjno je da udio vode u zrnu poraste s početnih 10-15% na 42-48%. Završetak procesa močenje zrna se smatra kada primarni korjenčić probije pljevicu zrna i pojavi se kao zamjetna bijela točka (Marić, 2000).

Namočeni se ječam zatim prebacuje u ormarska ili toranjska klijališta gdje će provesti 6-7 dana na temperaturi 15-22 °C. Tijekom klijanja u zrnu se odvijaju različiti fiziološki procesi. Sintetiziraju se razni enzimi (amilaze, proteaze) koji razgrađuju škrob i proteine do šećera i aminokiselina. Proces razgradnje škroba, proteina i drugih tvari je egzoterman proces što znači da se otpušta toplina, stoga je od izuzetne važnosti tijekom klijanja osigurati dovoljne količine hladnoga zraka. Aeracijom se uklanja nastala toplina i ugljikov dioksid te se smanjuje rizik od razvoja plijesni. Proklijala ječmena zrna imaju slatkast okus i zelene su boje zbog čega se i nazivaju zelenim sladom (Čehajić-Šakić,2005).

Kako bi se zaustavio proces klijanja te spriječilo propadanje zrna, zeleni slad se suši. Sušenjem slada se čuvaju njegova svojstva karakterističnog okusa, arome i boje te njegove enzimske aktivnosti. Sušenje zelenog slada započinje na temperaturama 30-35 °C upravo zbog očuvanja enzima, odnosno kako se enzimi ne bi potpuno uništili. Sušenje se provodi u struji toploga zraka, a različiti tipovi slada se suše na različitim temperaturama. Temperatura sušenja za svijetli slad iznosi oko 80 °C dok za tamni slad ona iznosi 90-110 °C. Tijekom sušenja udio vlage u zrnu pada s oko 40 % na 4-5%, a sam proces traje 24-48 sati prilikom čega nastaju aromatične i obojene tvari uslijed različitih biokemijskih reakcija. Nakon sušenja potrebno je još doraditi zeleni slad. Slad se polira te je potrebno očistiti ga od sladnih klica kako ne bi utjecao na povećanje gorkosti slada (Čehajić-Šakić,2005).

### 2.4.2. Osnovni tipovi slada

Dva osnovna tipa slada su svijetli i tamni slad, a dobivaju se ovisno o metodi zagrijavanja. Svijetli slad se koristi za proizvodnju svijetlih piva, dok se za proizvodnju tamnih piva koristi kombinacija svijetlog i tamnog slada. Tamni slad prolazi i proces prženja kako bi pivu dao puniju i jaču aromu te tamniju boju.

#### 2.4.3.1. Svijetli slad

Svijetli slad dobivamo od ječma s niskim sadržajem bjelančevina. Endosperm mora biti čiste bijele boje i brašnasta presjeka te se ne smije osjećati okus niti miris po prženju. Sušenje slada se odvija u sušnicama pri niskim temperaturama kratko vrijeme. Vlaga s početnih 40-45 % tijekom 12 sati pada na ispod 12%. Kako ne bi došlo do zamućivanja piva, vrši se dosušivanje slada prilikom čega dolazi do koagulacije proteina odgovornih za mutnoću piva. Tijekom i poslije dosušivanja slad ne smije promijeniti boju ni miris, a na kraju mora imati vlagu od oko 3%. Najpoznatiji predstavnik svijetlog slada je Plzenski slad (Čehajić-Šakić,2005).

#### 2.4.3.2. Tamni slad

Tamni slad se u koristi u proizvodnji tamnijih piva koji imaju bogatu aromu i puni okus. Tamni slad sadrži 11-13% bjelančevina. Sušenje tamnog slada je kompliciranije od sušenja svijetlog slada zbog uspostavljanja ravnoteže između temperature i sadržaja vlage. Sušenje započinje pri temperaturi od 50 °C. Vlaga zrna se održava miješanjem sviježeg i recirkuliranog zraka. Daljnjim

povećanjem temperature vlaga pada na konačnih 5-6%. Na kraju slijedi dosušivanje na temperaturama 105-110 °C. Pri tako viskom temperaturama dolazi do Maillard-ovih reakcija koje su odgovorne za specifičnu sladnu aromu. Najpoznatiji predstavnik tamnog slada je Minhenski slad.

### 2.4.3. Specijalni tipovi slada

Specijalni se sladovi koriste u malim postocima, a služe za postizanje posebne boje i arome. Zbog svoje jačine miješaju se s osnovnim tipovima slada.

#### 2.4.3.1. Prženi slad

Prženi slad (slad za bojanje) se koristi u proizvodnji vrlo tamnih piva koji nije moguće dobiti korištenjem osnovnog tamnog slada. Dobro razgrađeni svijetli slad se unosi u bubanj za prženje gdje se zagrijava na temperaturu do 70 °C. Proces se odvija u trajanju 30-60 minuta do sadržaja vlage 5%. Zatim kreće prženje na temperaturama 175-225 °C ovisno o intenzitetu boje koju želimo dobiti. Prženje traje oko 90 minuta i zatim se slad mora brzo ohladiti. Tijekom prženja nastaju melanoidi i tvari tipa karamela, endosperm poprima tamno smeđu do crne boje, enzimi se inaktiviraju i gubi se oko 15% ekstrakta. Prženi slad ima gorak okus zbog posljedica reakcija koje se događaju tijekom prženja (Leskošek-Čukalović, 2002).

Na vrlo viskom temperaturama od oko 250 °C dolazi do karbonizacije škroba te nastaju tvari koje nemaju sposobnost bojanja, stoga se prženje mora provoditi vrlo pažljivo.

#### 2.4.3.2. Karamelni slad

Karamelni slad se proizvodi od zelenog slada kojem se temperatura klijanja u posljednjih 30-36 sati povisuje na 50 °C. Time dolazi do intenzivne enzimske razgradnje škroba i proteina. Slad se zatim prebacuje u posebne zatvorene bubnjeve kako bi se spriječio gubitak vlage te se temperatura podiže na 65-80 °C kako bi nastalo što više reducirajućih šećera. Nakon 60 do 90 minuta endosperm zrna se prevodi u tekuću, slatku masu karamelnog okusa.

S obzirom na različite tipove karamelnog slada različiti su i postupci njihove pripreme. Postoje tri glavne vrste karamelnog slada, a to su:

- vrlo svijetli karamelni slad (*karapils*);

- svijetli karamelni slad (*karahell*) i
- tamni karamelni slad (*karaminh*).

Vrlo svijetli karamelni slad se suši na niskoj temperaturi od 55 do 60 °C kako bi zadržao svijetlu boju. Svijetli karamelni slad se zagrijava do 100 °C, dok se tamni karamelni slad uz brzo otparavanje vode zagrijava na temperature od 120 do 180 °C pri čemu poprima još tamniju boju. Kako raste intenzitet boje tako se mijenja i aroma slada poprimajući aromatičniji i izraženiji miris karamele (Leskošek-Čukalović, 2002).

### 2.4.3.3. Proteolitički i kiseli slad

Za proteolitički i kiseli slad karakterističan je visoki sadržaj mliječne kiseline koji iznosi od 2 do 4%. Njegovim dodavanjem snižava se pH komine na optimalnu vrijednost za djelovanje proteolitičih enzima. Proteolitički slad obogaćuje sladovinu nutrijentima potrebnih kvascu čime se postiže veće iskorištenje ekstrakta za vrijeme kuhanja i olakšava bistrenje sladovine. Time se doprinosi senzorskim svojstvima i punoći piva. Proteolitički i kiseli slad se zbog povećanja punoće okusa koristi u proizvodnji specijalnih, lakih i bezalkoholnih piva (Leskošek-Čukalović, 2002).

# 3. EKSPERIMENTALNI DIO

## 3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %) i utjecaj smanjene količine dodane saharoze (83,3%, 66,6% i 50% u odnosu na standardnu recepturu) na kvalitetu biskvita.

## 3.2. MATERIJALI

Materijali korišteni u istraživanju su:

- bijelo oštro pšenično brašno TIP-550 („Podravka d.d.“, Koprivnica);
- pivarski ječmeni slad PILSNER („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- pivarski ječmeni slad AMBER („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- pivarski tamni ječmeni slad BLACK („Slavonija slad d.d.“, Nova Gradiška);
- šećer kristal (saharoza);
- margarin;
- suncokretovo ulje;
- mlijeko;
- jaje;
- $NaHCO_3$.

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 biskvita

Potrebne količine sirovina za proizvodnju biskvita prikazane su u **Tablici 1**. Biskviti su proizvedeni na način da se prvo cjelokupna količina jaja i šećera stavljala u posudu elektroničkog miksera (Gorenje MMC800W, Slovenija) te se sa žičanim nastavkom za tučenje smjesa miješala 4 min na najvećoj brzini dok se nije dobila voluminozna biskvitna pjena. Nakon toga su se dodale ostale sirovine i nastavilo miješanje na manjoj brzini još 4 min. Točno odvagana biskvitna masa

raspodijeljena je u kalupe koji su stavljeni u peć (Wiesheu Minimat Zibo, Wiesheu GmbH, Njemačka). Pečenje se provodilo tijekom 15 min pri 180 °C.

**Tablica 1** Količine sirovina za proizvodnju biskvita (g)

| UZORAK | | Pšenično brašno | Sladno brašno | Šećer kristal** | Margarin | Ulje | Mlijeko | Jaje | $NaHCO_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PŠENIČNO BRAŠNO | 100% | 100 | - | 79,5 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 100% | 100 | - | 66,3 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 100% | 100 | - | 53,0 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 100% | 100 | - | 39,8 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| PILSNER | 20% | 80 | 20 | 66,3 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 40% | 60 | 40 | 53,0 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 60% | 40 | 60 | 39,8 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| AMBER | 20% | 80 | 20 | 66,3 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 40% | 60 | 40 | 53,0 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 60% | 40 | 60 | 39,8 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| BLACK | 20% | 80 | 20 | 66,3 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 40% | 60 | 40 | 53,0 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| | 60% | 40 | 60 | 39,8 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| PILSNER+BLACK * | | 80 | 20 | 66,3 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |
| AMBER+BLACK* | | 80 | 20 | 66,3 | 28,4 | 22,7 | 45,5 | 40,0 | 2,4 |

*Mješavine sladnog brašna (10+10=20%)
**79,5 g šećera (100%); 66,6 g (83,3%); ,53,0 g (66,6%); 39,8 g (50,0%)

## 3.3.2. Ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava biskvita

Vlaga je određena prema AACC metodi 44-15A, a aktivitet vode ($a_w$) pomoću uređaja za određivanje aktiviteta vode Hygropalm AW1 (New York, SAD) u brzom načinu rada podešenim na 10 minutno ispitivanje. Specifični volumen određen je pomoću laserskog uređaja Volscan Profiler (Stable Micro Systems, Velika Britanija) prema uputama proizvođača.

Za određivanje teksturalnog profila (TPA) biskvita 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.). Uzorci biskvita su precizno izrezani u kvadre veličine 40x40x20 mm koji su podvrgnuti dvostrukoj kompresiji nastavkom P/75 promjera 75 mm. Brzina mjerenja iznosila je 1 mm/s, dubina prodiranja nastavka 10 mm (50%), a vrijeme zadržavanja između dvije

kompresije 5 s. Iz dobivenih kompresijskih krivulja očitane su čvrstoća (N), kohezivnost (N), elastičnost i otpor žvakanju (N).

Sva mjerenja su prevedena su u najmanje dva ponavljanja.

### 3.3.3. Određivanje boje

Boja biskvita mjerena je 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**) te *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

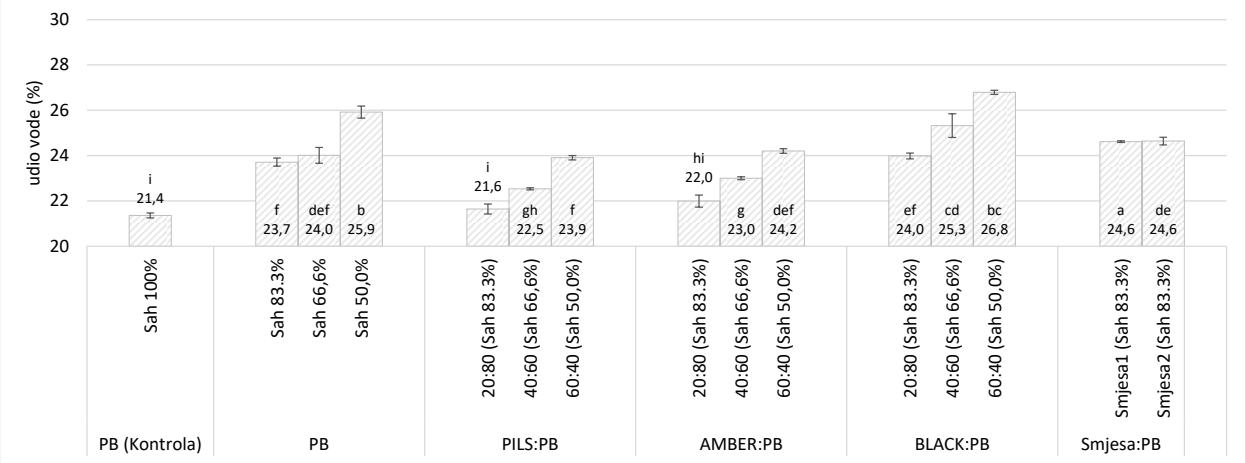
Senzorsku ocjenu biskvita provelo je 7 članova obučene panel skupine za senzorsku ocjenu. Panelisti su ocjenjivali boju, površinu i oblik, strukturu (presjek), miris, teksturu, okus i ukupni dojam. Na skali od 10 cm svaki panelist je označio preferenciju na ispitivani uzorak. 0 cm na skali označava da se uzorak panelistu uopće ne sviđa, a 10 cm da se iznimo sviđa.

### 3.3.5. Statistička obrada rezultata

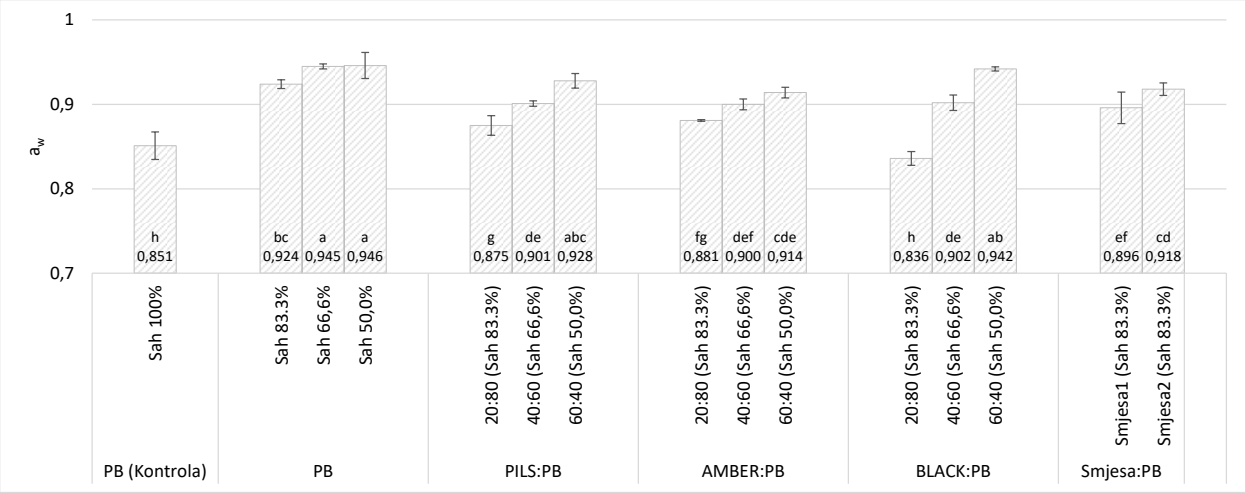
Dobiveni rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija. Analiza varijance (one-way ANOVA) i Fisher-ov LSD test najmanje značajne razlike (engl. *Least significant difference*) provedeni su upotrebom programa Statistica 13.1 (Dell Inc., SAD) i Microsoft Office Excel 2016.

# 4. REZULTATI

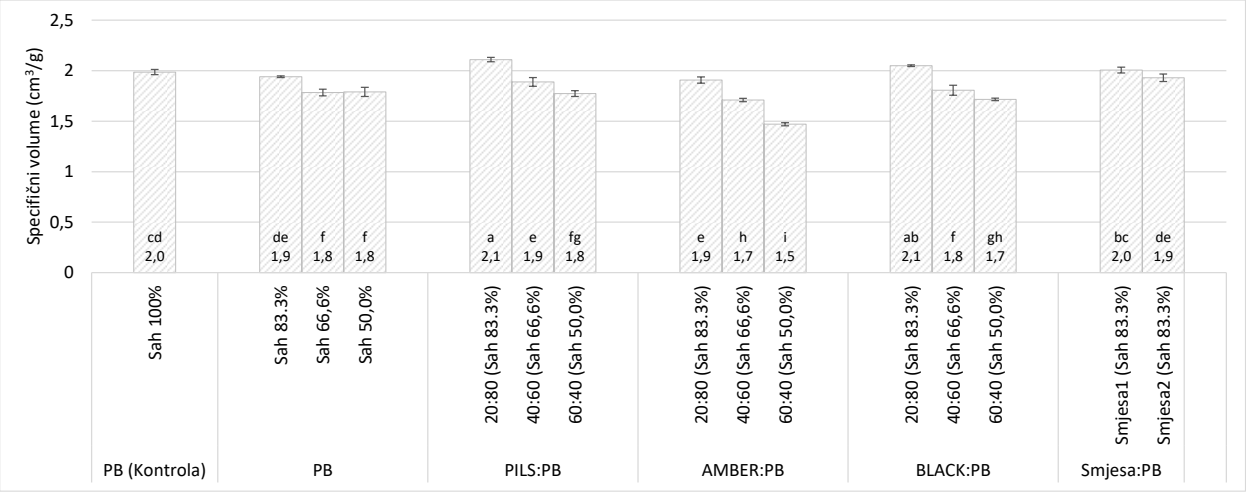
# 4.1. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH SVOJSTAVA BISKVITA




**Slika 2** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na udio vode (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)

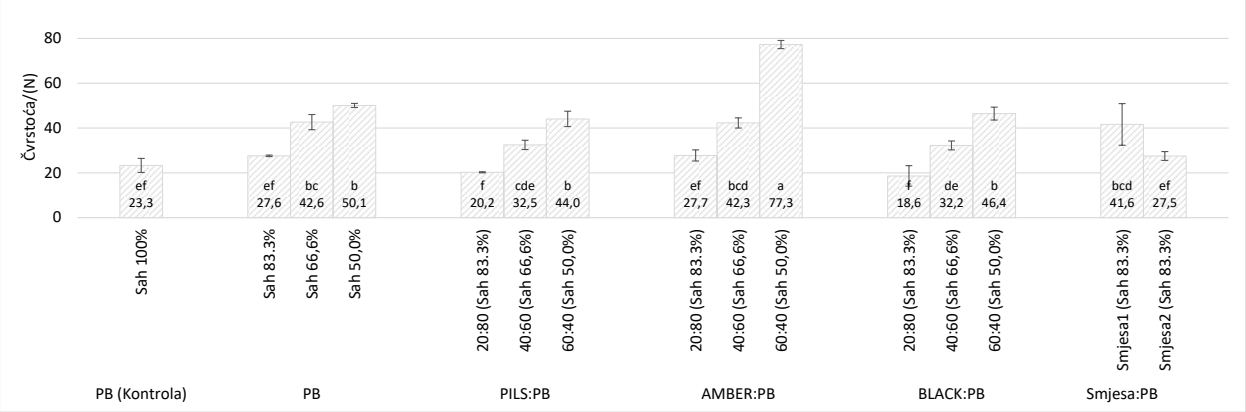



**Slika 3** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na aktivitet vode (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

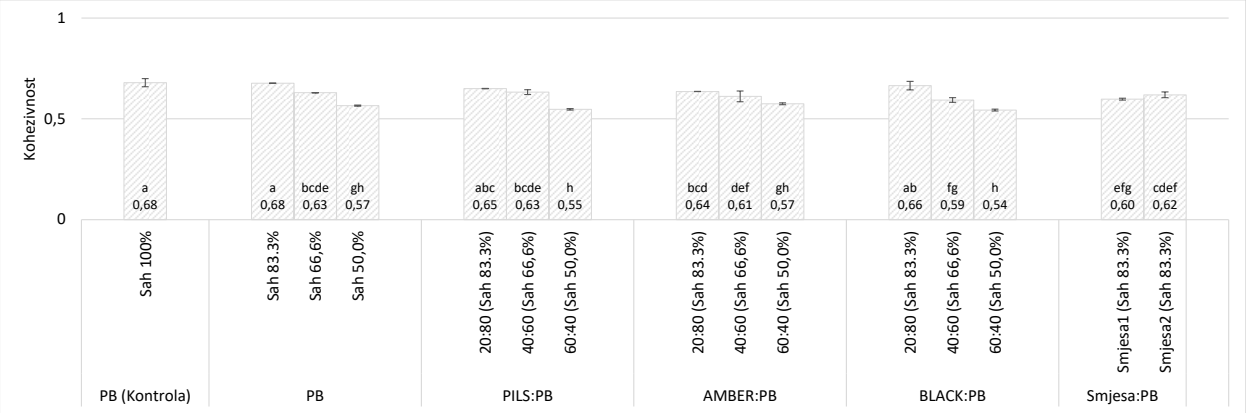



**Slika 4** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na specifični volumen (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

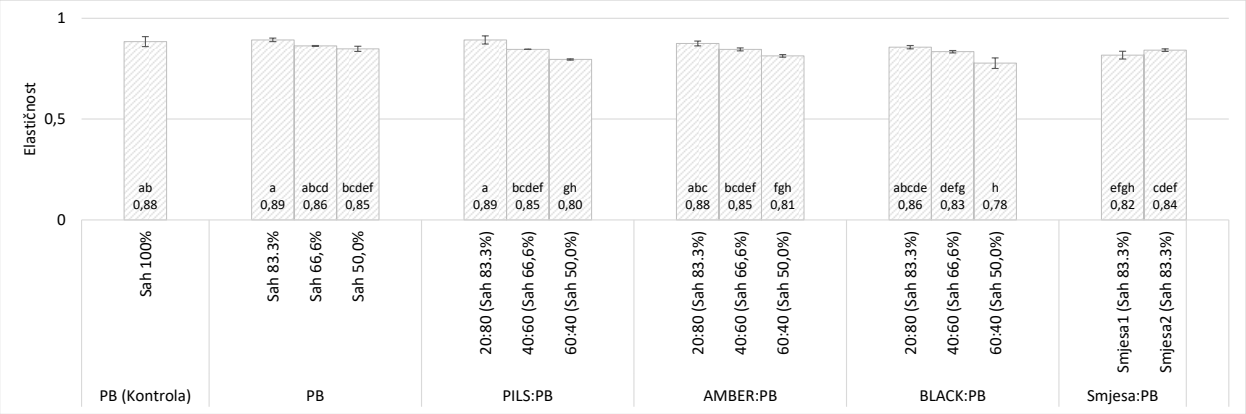
## 4.2. REZULTATI ISPITIVANJA TEKSTURALNOG PROFILA BISKVITA



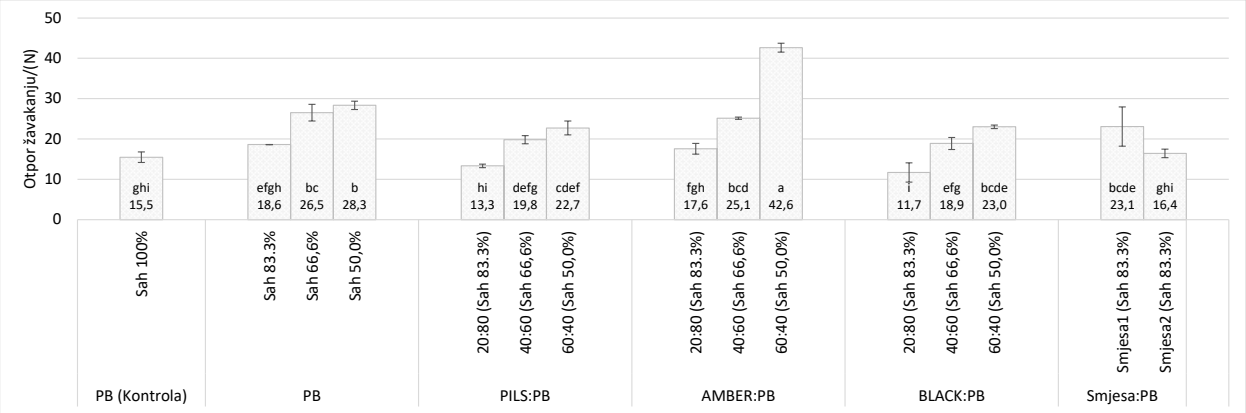

**Slika 5** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na čvrstoću (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)




**Slika 6** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na kohezivnost (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)

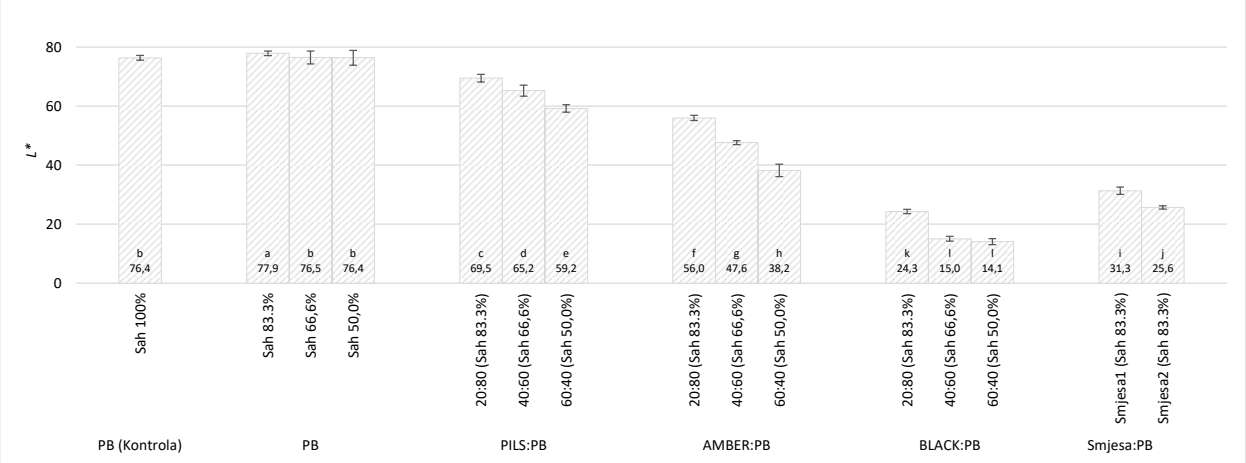



**Slika 7** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na elastičnost (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

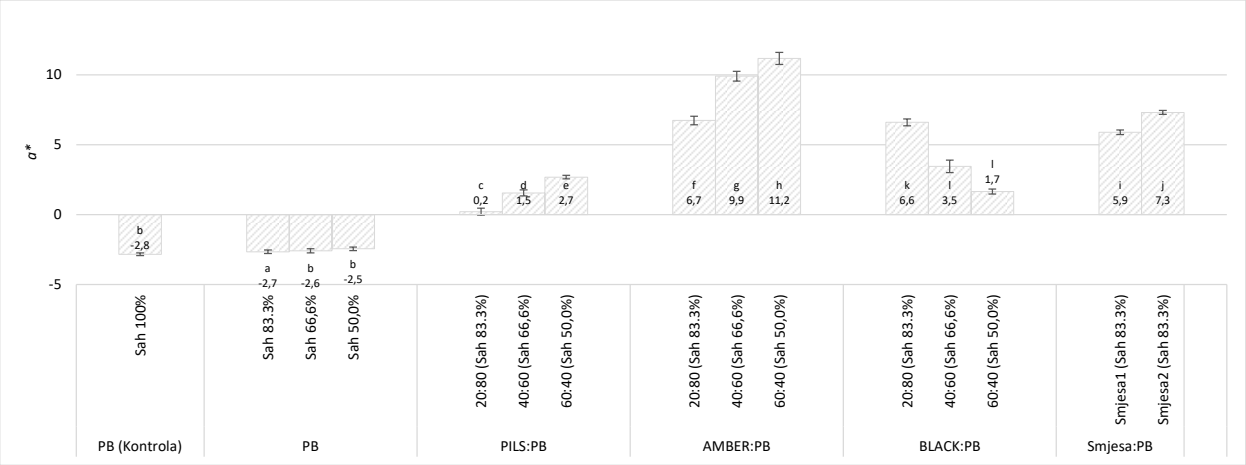



**Slika 8** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na otpor žvakanju (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

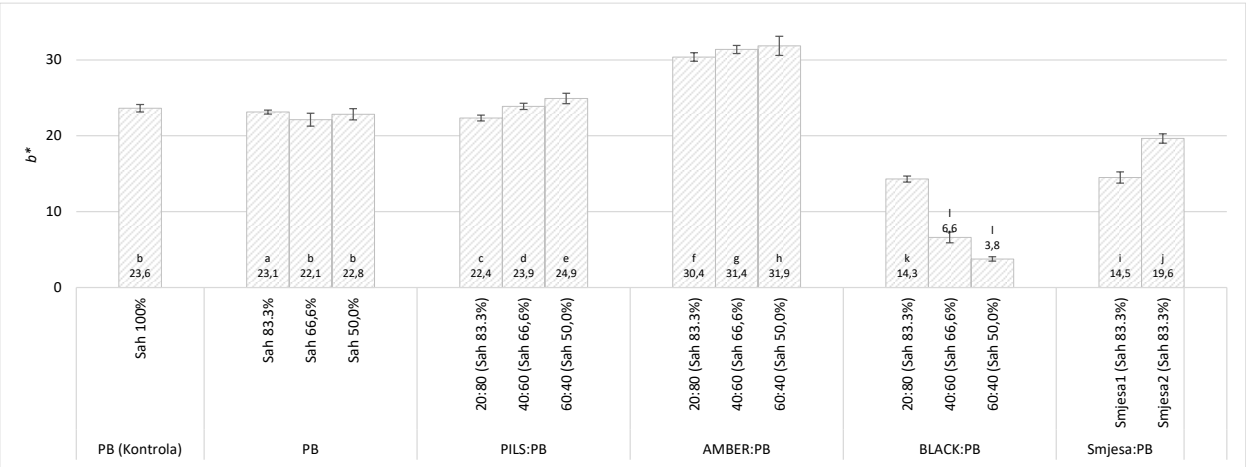
## 4.3. REZULTATI ISPITIVANJA BOJE BISKVITA



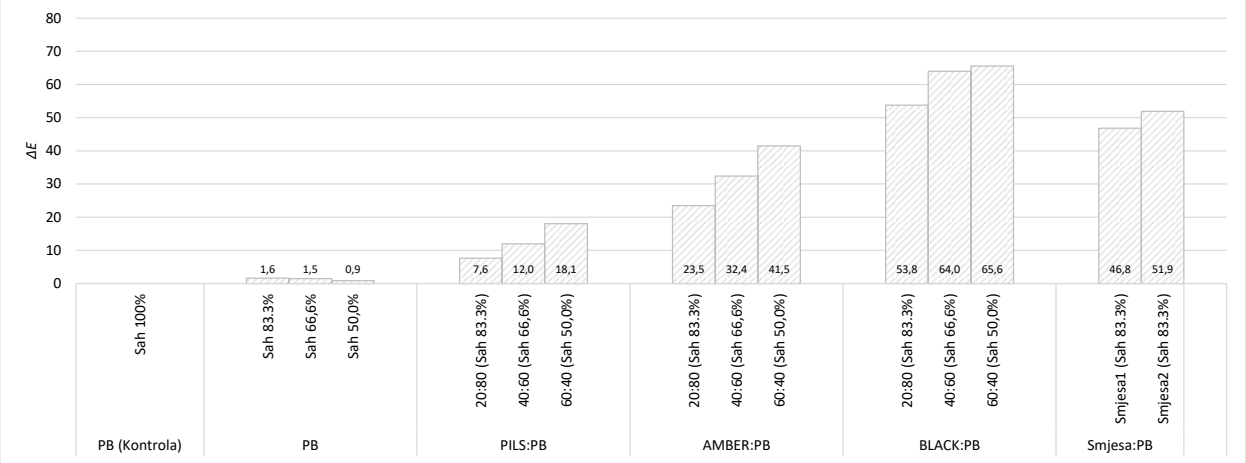

**Slika 9** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na *L** vrijednost boje (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)




**Slika 10** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na *a** vrijednost boje (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)

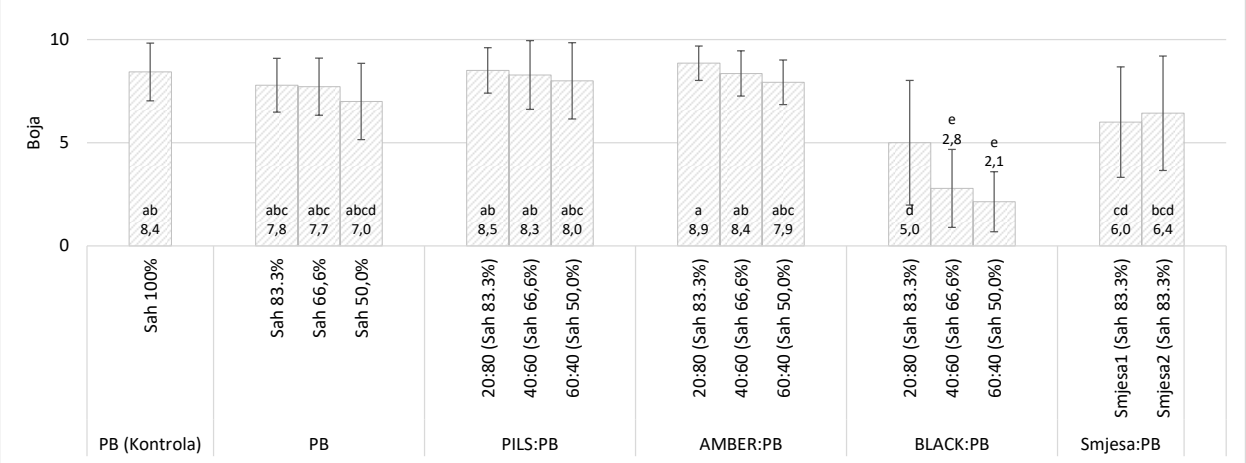



**Slika 11** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na *b** vrijednost boje (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

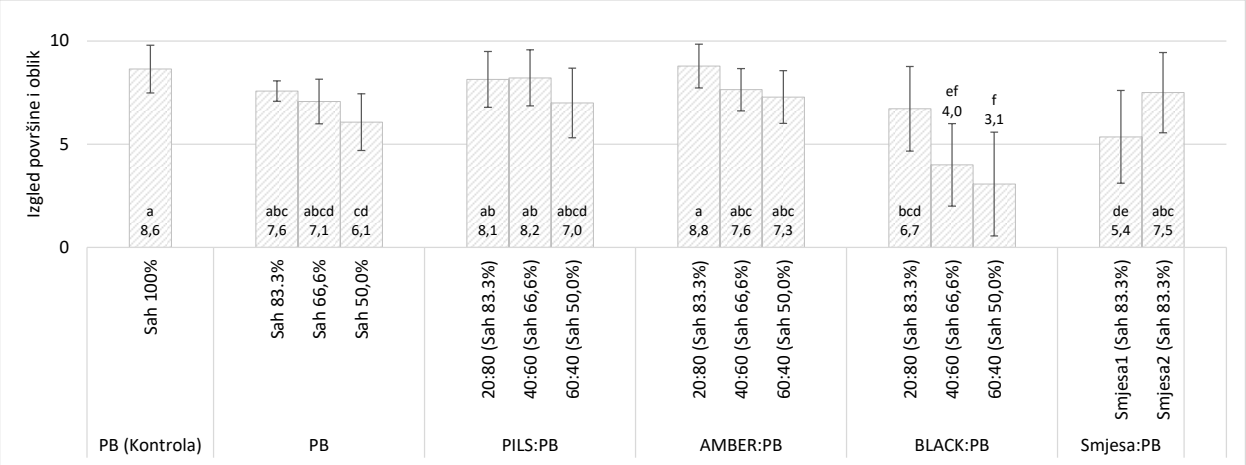



**Slika 12** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na ukupnu promjenu boje (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

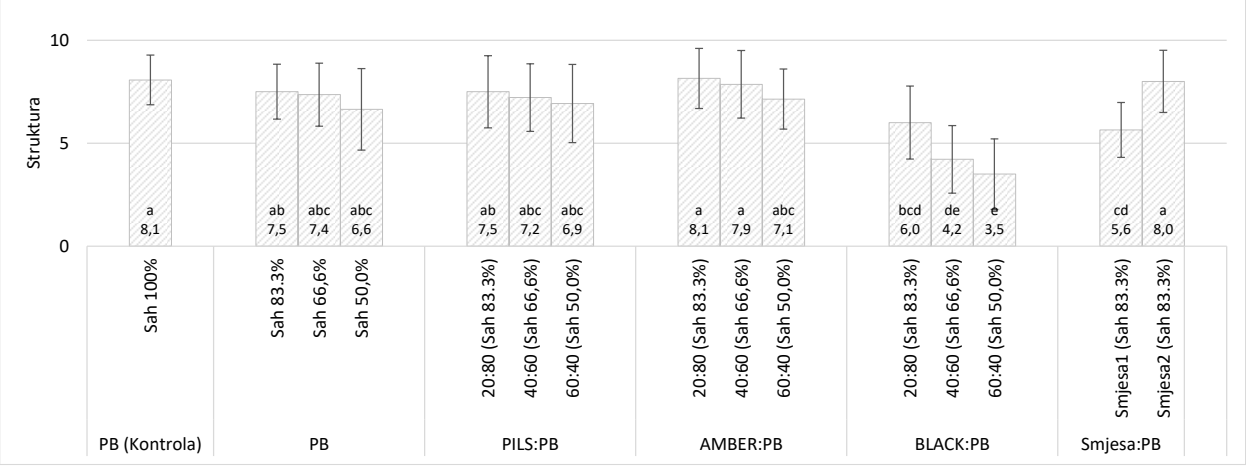
## 4.4. REZULTATI SENZORSKOG OCJENJIVANJA BISKVITA



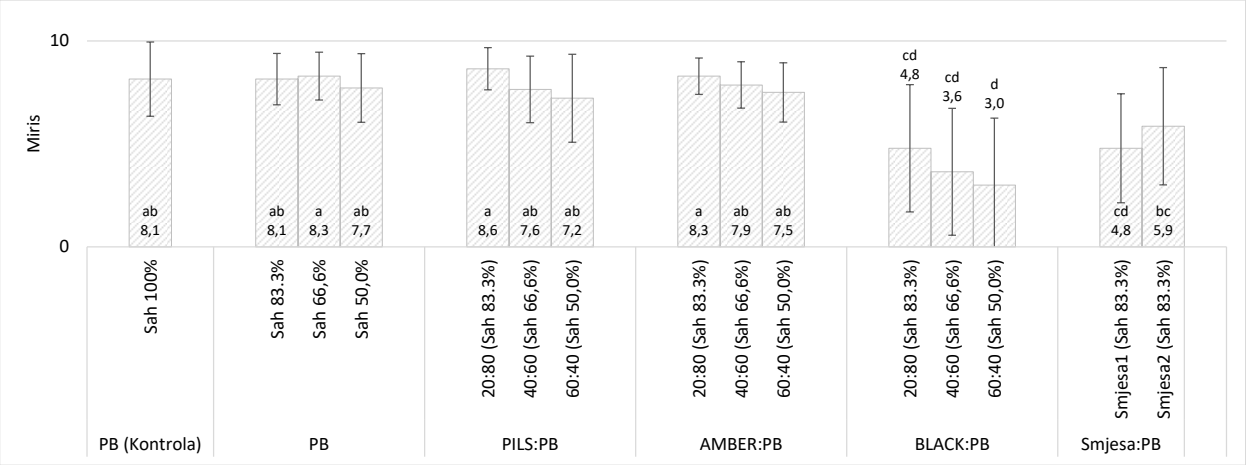

**Slika 13** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu boje (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



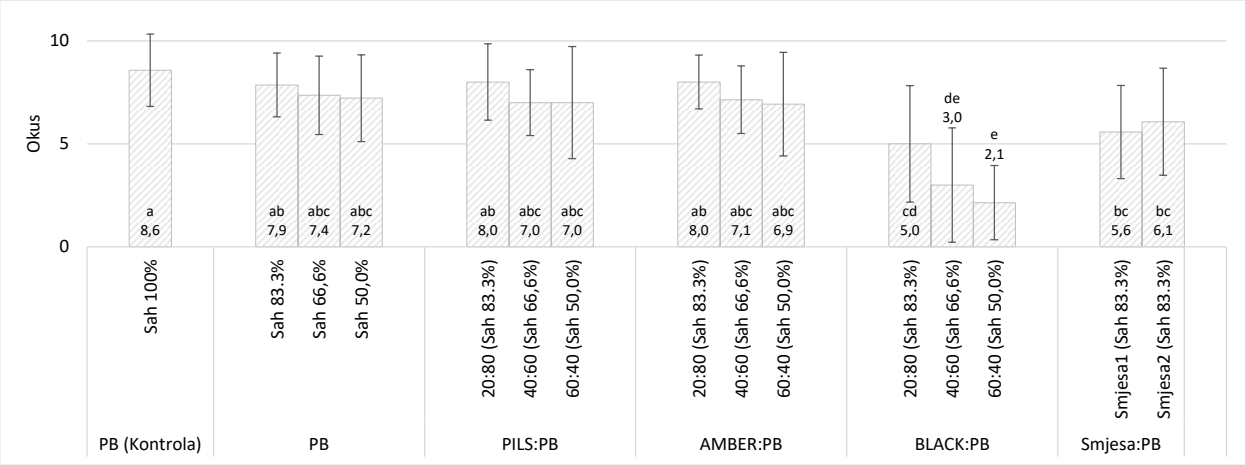

**Slika 14** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu izgleda površine i oblika (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



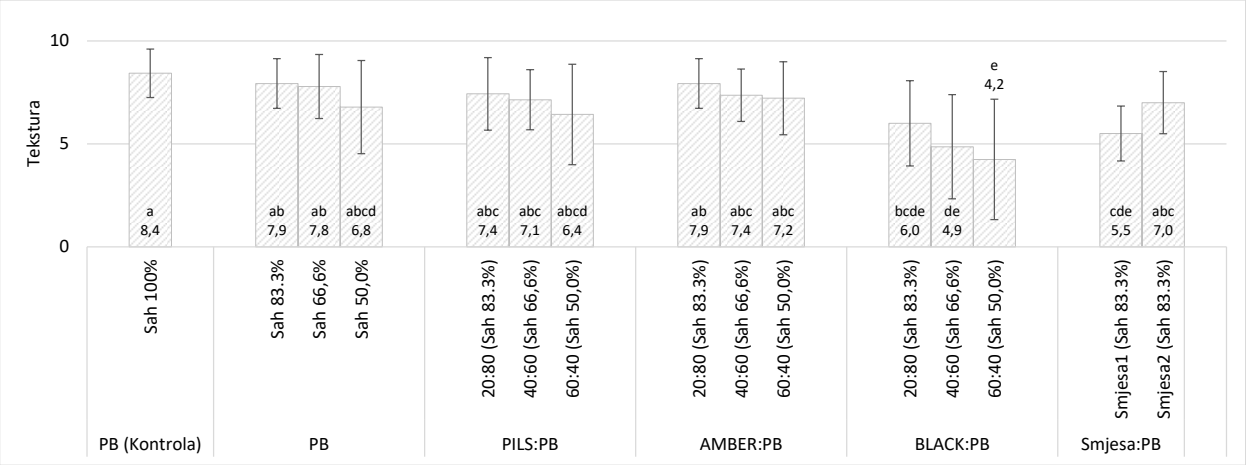

**Slika 15** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu strukture (presjeka) (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje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



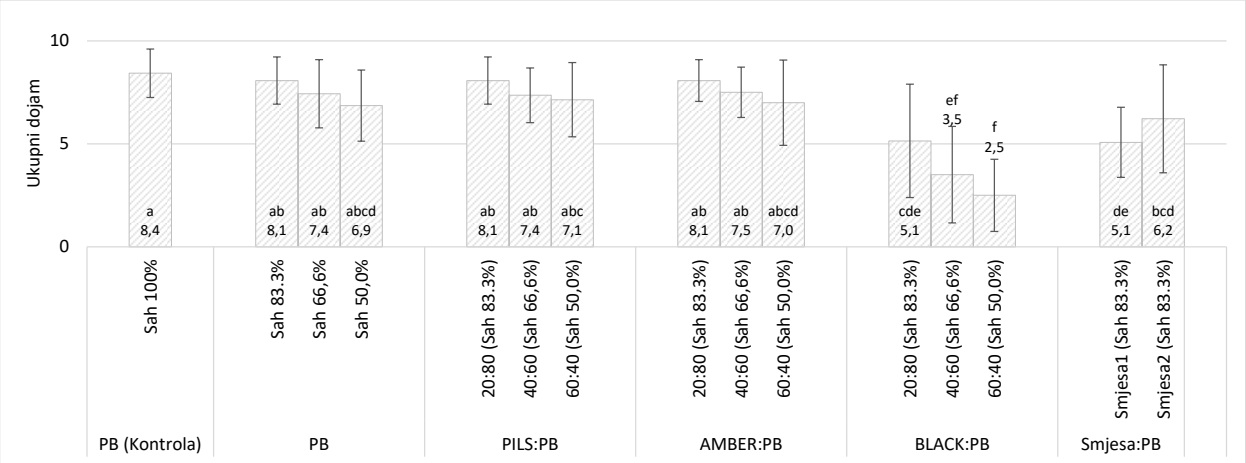

**Slika 16** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu mirisa (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)




**Slika 17** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu okusa (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 18** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu teksture (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 19** Utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na senzorsku ocjenu ukupnog dojma (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)

# 5. RASPRAVA

Zadatak ovog diplomskog rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna s brašnom specijalnih tipova ječmenog slada (u udjelima 20, 40 i 60 %), ali i utjecaj smanjene količine dodane saharoze (83,3%, 66,6% i 50% u odnosu na standardnu recepturu) na kvalitetu biskvita. Kako je za izradu biskvita potrebno brašno s niskim udjelom proteina, moguće je koristiti brašno drugih žitarica umjesto ili kao zamjena za dio najčešće korištenog pšeničnog brašna. Budući da ječmeni slad sadrži značajne količine vlastitih šećera nastalih postupkom slađenja ječma, dodatkom sladnog brašna proporcionalno se smanjivala količina šećera u recepturi za proizvodnju biskvita (**Tablica 1**). Sladno brašno dobiveno je mljevenjem specijalnih tipova pivarskog ječmenog slada: Pilsner, Amber i prženi Black slad. Pri omjeru sladnog i pšeničnog brašna 20:80 šećer se dodavao u količini od 83,3% od originalne količine propisane recepturom, pri omjeru 40:60 dodavalo se 66,6%, a pri omjeru 60:40 50% šećera. Proizvedeni su i biskviti s mješavinama sladnog brašna, 10% Pilsner i 10% Black slada te 10% Amber i 10% Black slada. Na laboratorijski proizvedenim uzorcima biskvita provedena su fizikalno-kemijska ispitivanja. Određeni su udio vode u biskvitima, aktivitet vode, specifični volumen, teksturalni profil, boja i senzorska svojstva.

Udio vode u biskvitima prikazan je na **Slici 2** i kretao se od 21,4% (kontrolni uzorak od pšeničnog brašna s najvećom količinom dodane saharoze) do 26,8% (uzorak sa 60% Black sladnog brašna i 50% dodane saharoze). Iz rezultata je vidljivo da smanjenje dodatka saharoze uzrokuje značajno povećanje udjela vode u biskvitu bez obzira na vrstu dodatka. Ovakav utjecaj šećera na sadržaj vlage dokazali su i Pareyt *i sur*., 2009. u svom radu u kojem su ispitivali utjecaj dodatka šećera na strukturalna i teksturalna svojstva čajnih peciva. Uzorci s 20%-tnim udjelom Pilsner i Amber sladnog brašna nisu bili statistički značajno različiti ($p$<0,05) od kontrolnog uzorka unatoč reduciranom dodatku saharoze (83,3%) što se može objasniti povećanom količinom vlastitih šećera u ovim sladnim brašnima. Najveći udio vode imali su uzorci s dodatkom Black sladnog brašna (22,0% u uzorcima s 20% do 26, 8% sa 60% dodanog sladnog brašna).

Slijedom povećanog udjela vode sa smanjenjem dodane saharoze povećavao se i aktivitet vode (**Slika 3**). Najmanji aktivitet vode bio je u uzorku s 20% Black slada i 83,3% šećera (0,836) i u kontrolnom uzorku (0,851). Najveći aktivitet imali su uzorci od 100% pšeničnog brašna sa 66,6 i 50,0%-tnim dodatkom šećera.

Na **Slici 4** prikazani su rezultati određivanja specifičnog volumena koji predstavlja jedno od najvažnijih svojstava u evaluaciji kvalitete biskvita. Najveći specifični volumen imali su uzorci s 20% Pilsner i 20% Black sladnog brašna unatoč smanjenoj količini dodane saharoze (83,3%).

Dodatak sladnog brašna nije imao značajan utjecaj na specifični volumen u odnosu na uzorke sa pšeničnim brašnom. Vidljivo je da se specifični volumen smanjuje uslijed smanjenog dodatka šećera. Uzrok tome leži u činjenici da šećer u biskvitima učvršćuje makromolekularnu strukturu proteina što doprinosi boljem zadržavanju inkorporiranog zraka tijekom tučenja i stabilnijoj strukturi biskvitne pjene odnosno biskvitne mase (Gavrilović, 2003).

Rezultati ispitivanja teksturalnog profila biskvita prikazani su na **Slikama 5-8**. Analiza teksturalnog profila (engl. *Texture Profile Analysis*, TPA) naziva se još i „metoda dvostrukog zagriza" jer obuhvaća primjenu dva kompresijska ciklusa na uzorak na način da se simulira početna faza žvakanja. Čvrstoća biskvita se značajno povećavala smanjenjem količine dodane saharoze i povećanjem udjela sladnog brašna u recepturi što se može objasniti i smanjenjem specifičnog volumena jer poroznija struktura biskvita (veći specifični volumen) rezultira mekšim proizvodima (**Slika 5**). Najmanju čvrstoću imao je biskvit s 20% Black sladnog brašna (18,6 N), a najveću uzorak sa 60% Amber sladnog brašna (77,3 N) koji je ujedno imao i najmanji specifični volumen (1,5 $cm^3/g$). Kohezivnost predstavlja snagu unutrašnjih veza materijala potrebnih da zadrže uzorak koherentnim pri deformaciji, a definirana je omjerom površina ispod druge i prve kompresijske krivulje. Kohezivnost biskvita smanjivala se smanjenjem količine dodane saharoze i povećanjem udjela sladnog brašna, ali ne u tolikoj mjeri koliko se povećavala njihova čvrstoća (**Slika 6**). Sličan trend pokazala je i elastičnost uzoraka, a najveću elastičnost imali su kontrolni uzorak te uzorci sa 83,3% šećera (**Slika 7**). Otpor žvakanju predstavlja energiju koju je potrebno utrošiti za žvakanje uzorka, a najveći otpor žvakanju (42,6 N) imao je uzorak sa 60% Amber sladnog brašna koji je ujedno imao i najveću čvrstoću (**Slika 8**).

Boja uzoraka određena je kolorimetrom (Minolta), a rezultati su prikazani na **Slikama 9-12**. Najsvjetliji uzorci bili su bez dodatka sladnog brašna. Svjetlina uzoraka je opadala proporcionalno dodatku sladnog brašna. Vidljivo je da dodatak prženog sladnog brašna Black rezultira biskvitima izrazio tamne, gotovo crne boje. Kromatska komponenta *a** povećavala se dodatkom Pilsner, a pogotovo Amber sladnog brašna što ukazuje na veći udio crvenih tonova boje u ovom sladnom brašnu. Najveće vrijednosti *b** kromatske komponente imali su također uzorci s dodatkom Amber sladnog brašna što rezultira pojačanim udjelom žute komponente boje. Dodatkom prženog slada Black *b** vrijednosti su se značajno smanjivale jer tamna boja ovog slada može maskirati ostale kromatske komponente. Na **Slici 12** prikazan je utjecaj dodatka ječmenog slada i smanjenja količine dodanog šećera na ukupnu promjenu boje(*ΔE*). Smanjenje dodane količine šećera nije

značajno utjecalo na ukupnu promjenu boje, dok je očekivano dodatak sladnog brašna imao značajan utjecaj.

Rezultati senzorskog ocjenjivanja biskvita prikazani su na **Slikama 13-19**. Nije bilo statističke značajne razlike u ocjenama svih senzorskih parametara za sve uzorke osim za uzorke koji su sadržavali Black sladno brašno koji su ocijenjeni lošijim ocjenama zbog nepoželjne crnu boje proizvoda, preintenzivnog mirisa i neprijatnog gorkog okusa.

# 6. ZAKLJUČCI

Smanjenje dodatka saharoze uzrokuje značajno povećanje udjela i aktiviteta vode, ali se može primijetiti da je to povećanje manje u uzorcima s dodatkom sladnog brašna što se može objasniti činjenicom da sladna brašna sadrže povećanu količinu vlastitih šećera koji u određenoj mjeri mogu nadomjestiti reduciranu količinu dodanog šećera.

Specifični volumen se smanjuje uslijed smanjenog dodatka šećera, a sladno brašno nema značajan utjecaj na specifični volumen u odnosu na uzorke sa pšeničnim brašnom.

Uslijed smanjenog specifičnog volumena značajno se povećava čvrstoća i otpor žvakanja, a smanjuje kohezivnost i elastičnost biskvita proporcionalno sa smanjenjem količine dodane saharoze i povećanjem udjela sladnog brašna u recepturi.

Svjetlina uzoraka opada, a udio crvene i žute kromatske komponente se povečava proporcionalno dodatku Pilsner i Amber sladnog brašna dok prženi slad Black daje biskvite izrazito tamne, gotovo crne boje.

Smanjenje količine dodane saharoze i zamjena pšeničnog brašna s Pilsner i Amber sladnim brašnom do 60% nema negativan utjecaj na senzorska svojstva biskvita.

# 6. LITERATURA

AACC 44-15A, Moisture—Air-Oven Methods, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, 2000

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.

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

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

Kokoni, J.L., Lai, L.S., Chedid, L.: Effect of starch structure on starch rheological properties. *Food Technology*. 6:124-139, 1992.

Kweon M, Slade L, Levine H, Gannon D: Cookie-versus cracker-baking—what's the difference? Flour functionality requirements explored by src and alveography. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(1):115-138, 2014.

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

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.

Mohaček M: *Pivovarstvo-priručnik za izobrazbu stručnih kadrova*, Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 1948.

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.

web izvor 1: http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tjestenicarstvo_Keksarstvo/Keks_4_2019_20.pdf (4.4.2020.)