

# Praćenje kvalitativnih parametara čajnog peciva pripremljenog sa svinjskom masti

---

Kotarski, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:109:368106>

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

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

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



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

**Ivana Kotarski**

**PRAĆENJE KVALITATIVNIH PARAMETARA ČAJNOG  
PECIVA PRIPREMLJENOG SA SVINJSKOM MASTI**

**DIPLOMSKI RAD**

Osijek, srpanj, 2015.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Zavod za prehrambenu tehnologiju  
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 IX. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 21.05.2015.  
**Mentor:** izv. prof. dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić*  
**Komentor:** doc. dr. sc. *Jasmina Lukinac Čačić*

**PRAĆENJE KVALITATIVNIH PARAMETARA ČAJNOG PECIVA  
PRIPREMLJENOG SA SVINJSKOM MASTI**

*Ivana Kotarski, 228/DI*

**Sažetak:**

Cilj diplomskog rada bio je usporedba kvalitativnih parametara standardnog čajnog peciva s margarinom i čajnog peciva pripremljenog sa svinjskom masti u laboratorijskim uvjetima. Uzorci su pečeni na tri različite temperature: 180°C, 205°C i 230°C. Na svim uzorcima čajnog peciva analizirana je tekstura analizatorom teksture TA.XT Plus te je mjerena boja pomoću kromametra Konica Minolta. Uzorci su vagani prije i nakon pečenja. Nakon pečenja određen je aktivitet i udio vode te su provedena mjerenja dužine i visine čajnih peciva. Rezultati analize pokazali su da uzorci čajnog peciva s dodatkom margarina tijekom cijelog procesa pečenja imaju više udjele vlage nego uzorci sa svinjskom masti pečeni pri istim temperaturama. Gubitak mase pečenjem veći je kod standardnih uzoraka čajnog peciva s dodatkom margarina nego kod uzoraka sa svinjskom masti. Rezultati analize teksture čajnih peciva pripremljena sa svinjskom masti imali su veće vrijednosti čvrstoće i manje vrijednosti lomljivosti u odnosu na uzorke s margarinom. Veće vrijednosti ukupne promjene boje pokazali su uzorci kojima u recepturi dodan margarin u odnosu na uzorke s dodatkom svinjske masti neovisno o temperaturi pečenja.

**Ključne riječi:** čajno pecivo, boja, svinjska mast, tekstura, temperature pečenja

**Rad sadrži:** 40 stranica  
22 slika  
8 tablica  
24 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Sastav Povjerenstva za obranu:**

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

**Datum obrane:** 09. srpnja 2015. godine

**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  
Department of Cereal Processing Technologies  
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

**Scientific area:** Biotechnical sciences

**Scientific field:** Food technology

**Course title:** Technology of past and biscuit production

**Thesis subject** was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. IX held on May 21<sup>st</sup> 2015.

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

**Comentor:** *Jasmina Lukinac Čačić*, PhD, assistant prof.

### THE OBSERVATION OF COOKIES QUALITATIVE PARAMETERS PREPARED WITH LARD

*Ivana Kotarski, 228/DI*

#### Summary:

The effects of two different fat types (margarine and lard) on quality parameters of the cookies were studied. The cookies were baked at 180°C, 205°C and 230°C in an oven. The textural characteristics of cookies were measured using the TA.XT Plus texture analyser. Colour measurement performed by Konica Minolta Chroma Meter. Weight (baking) loss was determined by weighing cookies after 30 min of baking. Diameter and thickness measured after baking and cooling, as well as water content and water activity. Results of the analysis showed that the use of lard decreased the water content and weight loss during baking. Texture profile analysis showed that the replacement of margarine by lard increased hardness and decreased fracturability of the cookies. Higher values of total colour difference have samples prepared with the margarine regardless of the baking temperature.

**Key words:** cookie, colour, lard, texture, baking temperature

**Thesis contains:** 40 pages

22 figures

8 tables

24 references

**Original in:** Croatian

#### Defense committee:

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

**Defense date:** July 9<sup>st</sup>, 2015.

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

Zahvaljujem se svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Daliborki Koceva Komlenić na predloženoj temi, stručnoj pomoći i savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Hvala doc. dr. sc. Jasmini Lukinac Čačić na suradnji, stručnim savjetima te pomoći kod obrade podataka.

Zahvaljujem se i dip. inf. Martinu Mileku na pomoći tijekom pisanja i uređivanja ovog rada.

Posebno se zahvaljujem svojim dragim roditeljima koji su mi omogućili studiranje, podržavali kroz sve godine studiranja, radovali se mojim uspjesima i bili uz mene kada je to bilo najpotrebnije.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
2.1. Čajno pecivo .....	2
2.2. Sirovine za proizvodnju čajnog peciva.....	3
2.2.1. Brašno .....	3
2.2.1.1. Kemijski sastav pšenice i brašna.....	3
2.2.2. Voda .....	6
2.2.3. Masnoće .....	7
2.2.3.1. Biljna mast (shortening).....	7
2.2.3.2. Svinjska mast.....	8
2.2.4. Šećeri.....	9
2.2.5. Sredstva za narastanje.....	9
2.2.6. Ostali dodaci .....	10
2.3. Proces proizvodnje čajnog peciva .....	11
2.3.1. Skladištenje sirovina .....	11
2.3.2. Predpriprema sirovina.....	11
2.3.3. Odvaga i dodavanje po recepturi.....	11
2.3.4. Izrada zamjesa .....	12
2.3.5. Oblikovanje .....	12
2.3.6. Pečenje .....	13
2.3.7. Hlađenje.....	13
2.3.8. Pakiranje.....	14
2.4. Tekstura .....	14
2.5. Boja.....	15
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>16</b>
3.1. Zadatak .....	16
3.2. Materijali.....	16
3.3. Metode .....	16
3.3.1. Proces proizvodnje čajnog peciva .....	16
3.3.2. Ispitivanje teksturalnih svojstava čajnih peciva .....	17
3.3.3. Ispitivanje boje čajnog peciva .....	20
3.3.4. Određivanje udjela vode u čajnom pecivu .....	21
3.3.5. Određivanje aktiviteta vode u čajnom pecivu .....	22
3.3.6. Analiza rezultata .....	22

<b>4. REZULTATI .....</b>	<b>23</b>
4.1. Rezultati određivanja udjela i aktiviteta vode tijekom pečenja čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti.....	23
4.2. Rezultati određivanja postotnog smanjenja udjela vode .....	24
4.3. Rezultati određivanja teksture.....	25
4.4. Rezultati mjerenja mase uzoraka čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti prije i nakon pečenja.....	28
4.5. Rezultati određivanja dužine i visine čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti .....	29
4.6. Linearne korelacije.....	31
4.7. Rezultati mjerenja boje uzorka čajnog peciva pomoću kromametra .....	33
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>34</b>
<b>6. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>38</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>39</b>

## Popis oznaka, kratica i simbola

AACC Approved methods of the American Association of Cereal Chemists

$a^*$	parametar CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja
$a_0^*$	parametar boje tijesta CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja
$b^*$	parametar CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja
$b_0^*$	parametar boje tijesta CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja
$\Delta E$	ukupna promjena boje
$L^*$	parametar CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja – svjetlina boje (engl. <i>lightness</i> )
$L_0^*$	parametra svjetline tijesta CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja
MPŠVG	Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva
T	temperatura [°C]
t	vrijeme [min]



## **1.UVOD**

Čajno pecivo je prehrambeni proizvod uglavnom dobiven od brašna, šećera i masnoće. Udio vlage obično je niži od 4%. Pakira se u odgovarajuću ambalažu i ima dug vijek trajanja. Proizvode se u različitim oblicima veličinama, a može biti s različitim preljevima i dodacima. Čajno pecivo je tradicionalni proizvod i tipični predstavnik poslastica od brašna koje se proizvode kako u tvornicama tako i u domaćinstvima. Linije za proizvodnju čajnog peciva su automatizirane, iako je trenutno jako malo onih proizvođača koji su u potpunosti automatizirali cijeli proizvodni proces. U samoj proizvodnji vrlo bitnu ulogu ima tehnolog u kontroli i vođenju proizvodnog procesa, njegov visok stupanj znanja o sastojcima i njihovom utjecaju na samu proizvodnju čajnog peciva, mogućnosti varijacije u kvaliteti te kontrole gotovog proizvoda.

Kao masnoća u industrijskim pogonima za proizvodnju čajnog peciva najčešće se koristi „shortening“. Prehrambena industrija shortening, isto kao i margarin, uglavnom proizvodi iz palminog ulja i ulja palminih koštica. Kako se u Slavoniji i Baranji stoljećima u domaćinstvima čajno pecivo (popularnog naziva „keks“) izrađivalo od autohtone sirovine na ovom području, a to je svinjska mast, u sklopu ovog diplomskog rada ideja je bila je pratiti promjene kvalitativnih parametara čajnog peciva pripremljenih sa svinjskom masti. Dobiveni rezultati kvalitativnih parametara čajnog peciva sa svinjskom masti uspoređeni su s kvalitativnim parametrima standardnog čajnog peciva pripremljenog s margarinom. Svi uzorci čajnih peciva proizvedeni su u laboratorijskim uvjetima i pečeni su pri tri različite temperature pečenja.

## **2.TEORIJSKI DIO**



## 2.1. Čajno pecivo

Čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog masnog tijesta, a sadrži najmanje 10% masnoće, izraženo na gotov proizvod s najviše 5% vode (MPŠVG, Pravilnik NN 78/2005). U industrijskim uvjetima formiranje, pečenje, pakiranje su uglavnom kontinuirane aktivnosti dok se vaganja sastojaka i zamjes tijesta obično provode u serijama.

Postoje dvije vrste zamjesa tijesta: tvrdi i meki. Razlika je u količini vode koja se dodaje da bi tijesto imalo zadovoljavajuću kvalitetu za rukovanje tijekom izrade proizvoda. Tvrdi zamjes tijesta ima više vode i relativno malo masnoće (i šećera), čvrsto je, tvrdo i rastezljivo (može se rastezati, a da ne dođe odmah do pucanja). Meka tijesta sadrže mnogo manje vode i relativno visoke udjele masnoće i šećera. Takvo tijesto lako puca što znači da mu je rastezljivost mala. Oprema koja se koristi za proizvodnju čajnog peciva prilagođena je tipu tijesta, razvijanju strukture proizvoda i odgovarajućem obliku pojedinačnog čajnog peciva. (Manley, 2000.)

Prema načinima oblikovanja čajnih peciva razlikujemo:

- prešano čajno pecivo,
- rezano čajno pecivo,
- oblikovano (formirano) čajno pecivo, i
- dresirano (istisnuto) čajno pecivo

Svaka podskupina čajnih peciva razlikuje se po izgledu. Površina čajnog peciva može biti glatka pa sve do jako hrapava, sjajna ili bez sjaja, no ono što im je zajedničko su sirovine. Sirovine u sastavu tijesta za čajno pecivo su prvenstveno u funkciji reoloških svojstava tijesta predviđenog za određenu mehaničku obradu dok su funkcionalna svojstva sirovina povezana s kvalitetom sirovina. Sirovine se mogu podijeliti u dvije skupine: osnovne i dodatne sirovine. Osnovne sirovine su brašno koje tijekom zamjesa dolazi u kontakt s ostalim osnovnim sirovinama: vodom, masnoćom i šećerom. Od dodatnih sirovina veliku ulogu imaju sredstva za narastanje jer mijenjaju pH sredine tijesta i važni su u formiranju strukture proizvoda tijekom pečenja. Osim sredstava za narastanje, od dodatnih sirovina u proizvodnji čajnih peciva mogu se koristiti i aditivi, te jaja i med koji često mogu značajno utjecati na reološka svojstva tijesta. (Gavrilović, 2011).

Koje će sirovine biti upotrebljene u proizvodnji ovisit će o recepturi za pojedino čajno pecivo. Na tržištu je dostupna široka lepeza čajnih peciva, bilo da je riječ o čajnim pecivima s dodacima, čajnim pecivima s preljevima od kaka, čokolade ili šećernim preljevima. Postoje čajna peciva koja se mogu puniti punilima, ukrašavati ili dorađivati. (Manley, 2000.)

## 2.2. Sirovine za proizvodnju čajnog peciva

### 2.2.1. Brašno

Tehnološka kvaliteta brašna, prehrambena vrijednost, kemijski sastav i zdravstveno stanje određuje se nizom kemijskih, fizikalnih, mikrobioloških, reoloških i drugih analitičkih metoda. (Kent i Evers, 1994.). Kod proizvodnje čajnih peciva najčešće korištena brašna su pšenično brašno T-400 i T-550. Vrlo bitna značajka je i granulacija brašna. Izbor brašna po granulometrijskom sastavu ovisi o sirovinskom sastavu tijesta i načinu mehaničke obrade. Takva pšenična brašna imaju nizak udio proteina i brašnatu strukturu te imaju veću granulaciju nego brašna za keks, a razlog tomu je što se upotrebom čestica veće veličine i brašna s niskim udjelom proteina smanjuje moć upijanja. (Gavrilović, 2011.)

#### 2.2.1.1. Kemijski sastav pšenice i brašna

Brašno se dobiva procesom mljevenja pšeničnog zrna. U zrnu pšenice glavne skupine kemijskih spojeva su ugljikohidrati, proteini, lipidi, vlakna i mineralne tvari. Endosperm, omotač i klica čine strukturu zrna pšenice. Tehnološkim postupkom mljevenjem omotač daje posije, a endosperm brašno. (Arendt i Zannini, 2013.)

**Tablica 1.** Prosječni kemijski sastav pšeničnog zrna (Koehler i Wieser, 2013.)

	%
<b><i>Proteini (Nx6,25)</i></b>	11,3
<b><i>Lipidi</i></b>	1,8
<b><i>Ugljikohidrati</i></b>	59,4
<b><i>Prehrambena vlakna</i></b>	13,2
<b><i>Minerali</i></b>	1,7
<b><i>Voda</i></b>	12,6

Voda, proteini, škrob, masti, pentozani i šećeri najznačajniji su sastojci koji utječu na kvalitetu brašna tijekom tehnološke prerade. Prosječni kemijski sastav brašna za određeni stupanj izmeljavanja dobiven je mljevenjem različitih smjesa pšenice. (Đaković, 1997.)

**Tablica 2.** Prosječni kemijski sastav brašna (%) kod različitog stupnja izmeljavanja (Đaković, 1997.)

	% izmeljavanja			
	50	70	80	94-100
<b>Minerali</b>	0,46	0,62	0,80	1,7
<b>Proteini</b>	10,7	12,2	13,0	13,5
<b>Lipidi</b>	1,1	1,5	1,8	2,3
<b>Vlakna</b>	0,1	0,2	0,3	2,1
<b>Škrob i šećeri</b>	84	81	81	73

### Mineralne tvari

Za mineralne tvari je bitno spomenuti da su to tvari koje potpomažu mnogobrojne vitalne funkcije u organizmu, te imaju bitnu ulogu u prehrani. Glavne mineralne tvari potrebne organizmu su natrij, kalij, kalcij, magnezij, željezo, klor, sumpor i fosfor, dok mineralne tvari koje su prisutne u brašnu su fosfor, kalij, magnezij i kalcij. (Anglani, 1998.)

Najviše minerala se nalazi u omotaču zrna i aleuronskom sloju, a najmanje u endospermu. Razlika u udjelu mineralnih tvari u pojedinim dijelovima zrna služi za određivanje tipa brašna i dokazivanje porijekla brašna. Određivanje udjela mineralnih tvari u brašnu provodi se metodom spaljivanja uzorka nakon čega zaostaje bijeli prah, koji predstavlja pepeo. Pepeo čine oksidi natrija, kalija, fosfora i dr. (Pomeranz, 1988.)

Mineralne tvari imaju značajnu ulogu u prehrani i tamnija brašna koja su bogatija mineralnim tvarima imaju i veću nutritivnu vrijednost. (Anglani, 1998.)

### Proteini

Proteini su složeni kemijski spojevi velike molekulske mase i glavna komponenta za određivanje kvalitete brašna u pšeničnom zrnju. U zrnju pšenice su različito zastupljeni i u omotaču zrna pšenice ih ima oko 15%, dok je u klici udjel proteina između 17% i 27%. U endospermu, ovisno o vrsti pšenice, ima 5-16% proteina, iako unutar endosperma udjeli proteina rastu od centra prema aleuronskom sloju. (Hoseney, 1994.)

Proteini pšenice, odnosno proteini brašna, sastoje se od albumina, globulina, prolamina (gliadin) i glutelina (glutenin). Albumini i globulini čine 15-20% ukupnih proteina pšenice. Gliadin i glutenin se nazivaju proteini glutena i čine 80-85% ukupnih proteina pšenice. Zahvaljujući prolaminu i glutelinu pšenica se razlikuje od ostalih žitarica. (Gavrilović, 2003.)

### Lipidi

Lipidi su tvari koje su po fizikalnim svojstvima slične mastima, u brašnu ih ima 1,5–2,5%. Njihova funkcionalna svojstva u brašnu su od posebnog značaja za tehnološku kvalitetu. Lipide brašna čine: trigliceridi, fosfolipidi i glikolipidi. Fosfolipidi povoljno utječu na gluten koji pri tome zadržava više plinova u tijestu, a pri tome sam proizvod dobiva veći volumen i bolju strukturu. Glikolipidi i fosfolipidi se povezuju s proteinima i škrobom brašna te utječu na njihovu pokretljivost i savitljivost. (Gavrilović, 2003.)

### Šećeri

Ukupna količina šećera kao i zastupljenost pojedinog šećera u pšenici mijenja se ovisno o sorti pšenice kao i o uvjetima razvoja te se povećava kada zbog povećane vlage pšenica počne klijati, pa dolazi do hidrolize škroba pod utjecajem enzima. Udio šećera u klici je 16,2 - 16,9% dok je ukupni udio šećera u omotaču 5%.

### Škrob

Škrob je količinski glavna komponenta pšeničnog zrna. Tijekom sazrijevanja zrna pšenice, biljka stvara rezervnu hranu u obliku škroba za novu sjemenku. Udio škroba u brašnu ovisi o udjelu škroba u pšenici i o stupnju izmeljavanja i obrnuto je proporcionalan udjelu proteina, pa brašno bogato proteinima ima manje škroba, a brašno siromašno proteinima ima više škroba. (Pomeranz, 1988)

### Celuloza

Celuloza je strukturni polisaharid staničnih membrana viših biljaka i nije od posebnog značaja u proizvodima dobivenim mljevenjem pšenice jer nije probavljiva u ljudskom organizmu, a u brašnu se ponaša inertno.

### Hemicelulozne tvari i pentozani

Hemiceluloza i pentozani obuhvaćaju ne škrobni i ne celulozni polisaharidni dio biljke. Polisaharidi koji za osnovnu jedinicu imaju pentoze dijelimo na pentozane koji su topljivi i one koji nisu topljivi u vodi. Hemicelulozne tvari su pentozni polisaharidi ne topljivi u vodi, dok su pentozani polisaharidi topljivi u vodi. Topljivi i netopljivi pentozani imaju razgranatu strukturu koja im omogućuje da na sebe vežu veliku količinu vode, što znači da pentozani povećavaju



moć apsorpcije vode brašna, povećavaju viskoznost tijesta i zadržavaju vodu u proizvodima od brašna, te usporavaju sklonost ka starenju pekarskih proizvoda. (Hoseney, 1994.)

### Pigmenti

Pšenica sadrži značajne količine žućkastih pigmenata karotenoida. Glavni su pigment ksantofilni pigment lutein i njegovi esteri, s manjim udjelima (2-12%)  $\beta$ -karotena. Flavoni poput tricina i razgradni produkti klorofila su također prisutni. Međutim, pšenice različitog podrijetla, uvjeta uzgoja i sorte daju brašna s različitim udjelom pigmenata. Ova varijabilnost uzrokuje probleme u proizvodnji bijelog brašna i tjestenine. Karoteni imaju provitaminsku aktivnost i podložni su procesima oksidacije, a najveću aktivnost posjeduje  $\beta$ -karoten. Glavni pigment flavona je tricin, koji je gotovo netopljiv u vodi dok su njegovi glikozidi topljivi. Pigmenti su nosioci boje različitog kemijskog sastava. Procjena boje brašna provodi se na temelju spektrofotometrijskog mjerenja ekstrakata, pomoću  $\beta$ -karotena kao standarda. (Cornell, H. J. i Hoveling, A.W. 1998. )

### **2.2.2. Voda**

Voda za piće prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće je sva voda koja je u svom izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje ili pripremu hrane kao i voda koja se koristi u proizvodnji, preradi te konzerviranju proizvoda ili tvari namijenjenih za konzumaciju ljudi (MPŠVG, NN 47/08). Za potrebe tehnološke proizvodnje određenih proizvoda voda mora biti bezbojna bez okusa i mirisa.

Voda u brašnu može biti u vezanom, slobodnom i kapilarnom obliku. Udio slobodne vode u tijestu regulira visoko-elastična svojstva tijesta. Tijekom zamjesa proteini glutena bubre i oblikuju prostornu molekulsku rešetku ispunjenju suspenzijom hidratiziranog škroba. Udjel vode u brašnu je 13 - 14%. (Gavrilović, 2011.)

### 2.2.3. Masnoće

Masti i ulja su esteri zasićenih i nezasićenih viših masnih kiselina i glicerola. Prema kemijskom sastavu dijele se na tvrde (masti), tekuće (ulje) i masnoće mazive konzistencije, a prema porijeklu na životinjske i biljne. (Ministarstvo poljoprivrede, 2012) U sastavu masti prevladavaju zasićene masne kiseline, palmitinska i stearinska, dok su u uljima pretežno nezasićene, najčešće oleinska. Uz brašno glavne sirovine kod proizvodnje čajnih peciva su masnoće i šećeri.

#### 2.2.3.1. Biljna mast (shortening)

U tijestu od brašna, vode i masnoće, masnoća je raspodijeljena u tankim slojevima i povezana preko svojih hidrofobnih veza sa hidrofobnim vezama proteina brašna. Prirodni polarni lipidi brašna stupaju u interakcije sa prirodnim polarnim lipidima masnoće i stvaraju lipoproteine. Lipoproteini formiraju plastično-elastična i elastično-plastična svojstva tijesta. Masnoća ima sposobnost reguliranja ponašanja tijesta preko svojstva plastičnosti i sposobnosti apsorpcije mjehurića zraka. Napolarni trigliceridi masnoća djeluju kao omekšivač i utječu na konzistenciju tijesta. (Gavrilović, 2000). Unošenjem masnoće u tijesto prekida se kontinuitet škrobne i proteinske faze. Masnoća smanjuje skupljanje tijesta tijekom mehaničke obrade jer smanjuje napetost koja dovodi do deformacije oblikovanog komada tijesta. Tijekom zamjesa tijesta bitan je redoslijed dodavanja masnoće i vode. Istovremeno dodavanje masnoće i vode brašnu doprinosi optimalnom razvoju tijesta. Masnoća se raspodjeljuje, te vodi omogućava pristup i hidrataciju proteina i škroba. S razvojem topline tijekom zamjesa, dio masnoće s obzirom na plastična svojstva (pogotovo shortening) sporo prelazi u tekuću fazu, što povoljno utječe na proces hidratacije. No ako masnoća nije dovoljno plastična otapa se rastom topline tijekom zamjesa. Tekuća faza se raspoređuje po površini čestica brašna te tako sprječava vodu da dođe u kontakt s brašnom, time je usporeno bubrenje proteina glutena. Zahvaljujući ulozi pecive masnoće poboljšavaju se svojstva visko-elastično sustava tijesta u keksarstvu. Ono dobiva mekšu konzistenciju, zahtijeva manju energiju tijekom zamjesa, te se lakše mehanički obrađuje. U tijestu je masnoća u kontaktu s enzimima brašna, sredstvima za narastanje, kiselinama i drugim sirovinama i manjom ili većom količinom vode. Upravo zato je tijesto sredina u kojoj može doći do kemijske promjene masti u procesima hidrolize ili oksidacije. Posljedica toga je kvarenje masnoće te istovremeno kvarenje samog proizvoda, tj. čajnog peciva. Kako bi se spriječilo neželjeno kvarenje proizvoda, masnoća treba imati potrebnu stabilnost i sposobnost održivosti tijekom čitavog tehnološkog procesa proizvodnje i trajnosti čajnih

peciva i drugih srodnih proizvoda. Kemijska svojstva masnoće se tijekom zamjesa, obrade i pečenja ne smiju mijenjati. (Gavrilović, 2000.)

### **2.2.3.2. Svinjska mast**

Mast je proizvod dobiven topljenjem masnog tkiva sala i oporaka svinje i goveda. Prema vrsti životinje od koje potiče masno tkivo, mast se proizvodi i stavlja u promet kao svinjska mast i goveđi loj. U promet se može staviti i koštana mast koja se kao tehnički proizvod dobiva ekstrakcijom iz svinjskih kostiju.

Svinjska mast se stavlja u promet kao domaća svinjska mast koja se dobiva suhim postupkom i svinjska mast koja se dobiva vlažnim postupkom proizvodnje.

Kod suhog postupka pregrijana para ne dolazi u izravni dodir s masnim tkivom dok je kod vlažnog postupka suprotno. Prednosti vlažnog postupka:

- veliki radni kapacitet
- visok stupanj mehanizacije
- automatizacija
- racionalno korištenje vode i pare
- veliki postotak iskorištenja sirovine.

Nedostaci vlažnog postupka su što tako dobivena mast nema miris i okus koji su karakteristični za prženu domaću svinjsku mast, što su čvarci nepogodni za konzumaciju i što mast pokazuje znatno slabiju održivost u odnosu na domaću svinjsku mast.

Tehnološki postupak proizvodnje masti zasniva se na djelovanju topline koja otapa masne kapljice uklopljene u vezivno tkivnu stromu masnog tkiva pri čemu toplina razara masno tkivo. (Kovačević 2001.)

Masti proizvedene topljenjem masnog tkiva životinja za klanje su smjesa triglicerida u različitim omjerima. Trigliceridi se međusobno razlikuju zavisno od toga koje vrste masnih kiselina ulaze u njihov sastav. Mogu se podijeliti u dvije velike grupe: trigliceridi iste masne kiseline i trigliceridi različite masne kiseline. Zbog toga što ih čine mješavine pojedinih triglicerida masni nemaju oštro ograničene točke topljenja. Ukoliko je količina zasićenih masnih kiselina u njima veća, točka topljenja će biti viša i obrnuto. Granice topljenja svinjske masti se kreću 33–46°C.

Priroda masti životinja zavisi od načina ishrane, vrste životinja i sredini u kojoj žive, starosti, spolu i zdravlju te djelu tijela sa kojeg mast potiče. (Oluški, 1973.)

Hlađenje masti ima svoj značaj. Lagano hlađenje daje krupne kristale i zrnati izgled i strukturu, a brzom hlađenjem dobivaju se mali kristali i mast je glatka. Prema tome mast može imati mazivo-zrnastu i mazivo-glatku strukturu. Površina stvrdnute masti vidljivo je uzdignuta što može poslužiti kao jednostavan dokaz da se radi o domaćoj svinjskoj masti. (Potparić, Milosavljević, Mrvoš, 1975.)

#### **2.2.4. Šećeri**

Pod nazivom šećer često se misli na saharozu dobivenu iz šećerne repe ili šećerne trske. Saharoza je ne reducirajući disaharid, kojemu su glavne jedinice glukoza i fruktoza. Glukoza i fruktoza međusobno su povezane karbonilnim skupinama. (Afoakwa, E. O., 2010.)

Uobičajeno je da sirovi šećer sadrži 95% saharoze dok se u konzumnom rafiniranom šećeru nalazi približno 99,8% saharoze. Konzumni bijeli šećer sadrži najmanje 99,6% saharoze. (Mičić, 1976).

Saharoza smanjuje osmotsku aktivnost vode, proteini glutena sporije bubre pa je proces oblikovanja tijesta sporiji. Tijekom zamjesa se pojavljuju jaki otpori, što se može vidjeti farinogramom. Prisutnost saharoze u udjelu 15-30% na brašno u tijestu utječe na dobivanje manje količine izdvojenog glutena. Ako je u tijestu udio vlage ispod 25% preferira se upotreba šećera u prahu, čija je maksimalna veličina čestica 100 $\mu$ m. Prednost šećera u prahu je brže otapanje tijekom zamjesa tijesta. Fino samljeveni šećer u prahu, sa česticama maksimalne veličine od 30 $\mu$ m upotrebljava se pri izradi masnih punjenja, jer masna punjenja ne smiju biti pjeskovita prilikom žvakanja. U masnom punjenju za čajna peciva mast se raspodjeljuje po površini čestica šećera i dodataka, sprječava upijanje vlage i rekristalizaciju šećera. Prisustvo saharoze usporava bubrenje škroba, povećava pokretljivost tijesta odnosno smanjuje viskozitet tijesta. (Gavrilović, 2000.)

#### **2.2.5. Sredstva za narastanje**

Kod proizvodnje keksa i srodnih proizvoda, kao aditivi upotrebljavaju se kemijska i biokemijska sredstva za narastanje tijesta. Biokemijsko sredstvo za narastanje tijesta je pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*), dok najčešće upotrebljavana kemijska sredstva su amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat (natrijev bikarbonat). Uloga kemijskih sredstava za narastanje tijesta u zamjesu tijesta kod keksa je višestruka. Kemijska sredstva mijenjaju pH sredine tijesta, sprječavaju ljepljivost tijesta, utječu na promjenu reoloških svojstava tijesta te je zbog svega toga moguće stanjivanje pojedinog

tijesta tijekom mehaničke obrade. Promjene reoloških svojstava tijesta su posljedica djelovanja alkalnih soli na proteine i škrob brašna. Nastaje djelomična denaturacija globularnih proteina i promjene u strukturi amiloze, što dovodi do sporijeg bubrenja škroba. (Gavrilović, 2003.)

Kemijska sredstva za narastanje se tijekom pečenja oblikovanog tijesta za keks, djelovanjem topline, razlažu i stvaraju plinove koji sudjeluju u formiranju oblika, volumena i strukture proizvoda.

Natrijev hidrogenkarbonat je bijeli kristalni prah, slabog mirisa i slabo alkalno-slanog okusa. Natrijev hidrogenkarbonat (natrijev bikarbonat,  $\text{NaHCO}_3$ ) stvara u tijestu i masama pri oko  $60\text{ }^\circ\text{C}$  manju količinu ugljikovog dioksida i bez nositelja kiselina (Gavrilović, 2003.). Kao nusprodukt nastaje natrijev karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , soda). Natrijev hidrogenkarbonat se može pronaći na tržištu u različitim granulacijama. Vrlo teško se topi u vodi (grublje čestice,  $>0,15\text{ mm}$ ), pa mogu zaostati u tijestu ili masi i time izazvati promjene u obojenju sredine proizvoda. Fino mljeveni natrijev hidrogenkarbonat (čestice veličine promjera  $<0,15\text{ mm}$ ) koristi se za tijesta koja se kratko miješaju (ispod jedne minute). Natrij hidrogenkarbonat dodaje se pri pripremi tijesta u keksarskoj industriji u količini od 2 do 6 g/kg brašna. (Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo, 2007.) Osim natrijevog hidrogenkarbonata postoje još neka sredstva za narastanje kao što je kalijev hidrogenkarbonat i amonijev hidrogenkarbonat.

### **2.2.6. Ostali dodaci**

Uloga ostalih dodataka npr. soli, jest korekcija okusa proizvoda, dok je uloga ostalih sirovina dobivanje homogenog tijesta, formiranje boje, reguliranje ravnoteže relativne vlažnosti, svježine i zaokruženja arome proizvoda. To su emulgatori, među kojima lecitin, prerađevine od mlijeka, invertni šećer, sladni ekstrakt, aroma, vanilin-šećer, neki začini. Poželjni su u tijestu za keksarske proizvode, jer sa svojstvima emulgiranja povećavaju volumen, djeluju da se dobije finija struktura, usporavaju migraciju masti i zadržavaju svježinu proizvoda. (Gavrilović, 2003.) Sve sirovine u sastavu tijesta za čajno pecivo potrebno je definirati, tj. odrediti njihovu namjenu, ali i kvalitetu. Iz tog razloga nužno je koristiti se metodama uspoređivanja.

## **2.3. Proces proizvodnje čajnog peciva**

### **2.3.1 Skladištenje sirovina**

Skladište mora odgovarati zahtjevima za skladištenje svih sirovina, te mora biti dostatnog kapaciteta za skladištenje svih potrebnih sirovina kako bi se osigurao kontinuitet rada u pogonu. Sve sirovine koje dolaze u skladište kontroliraju se u laboratoriju u svrhu osiguranja kvalitete.

Za skladištenje brašna optimalna je temperatura 18-20°C, a relativna vlažnost treba biti 60 %. Šećer se skladišti na temperaturi oko 18°C, uz relativnu vlažnost do 75%. Za skladištenje masnoće, skladišta moraju biti suha i hladna, bez direktne sunčeve svjetlosti, kako ne bi došlo do kvarenja. (Ugarčić-Hardi, 1999.)

### **2.3.2 Predpriprema sirovina**

Da bi se osigurao kontinuitet tehnološkog procesa proizvodnje provodi se predpriprema sirovina. Brašno se prosijava da bi se uklonile eventualne nečistoće, te kako bi postalo pogodno za zamjes. Za proizvodnju keksarskih proizvoda najčešće se koristi konzumni rafinirani šećer u kristalu koji se prije upotrebe prema potrebi melje do odgovarajuće granulacije. Šećer u prahu je pogodniji u proizvodnji pojedinih proizvoda, jer se brže i potpunije otapa u tijestu te se ne osjeti u gotovom proizvodu. Veličina čestica bi trebala biti ispod 0,1mm. Masnoće koje se koriste u procesu proizvodnje se omekšavaju ili otapaju. Proces dozrijevanja masti se odvija na temperaturi od 30,5°C tijekom 24h.

### **2.3.3 Odvaga i dodavanje po recepturi**

Vaganje sirovina provodi se prema određenoj recepturi za svaki pojedini proizvod, a svaku sirovinu potrebno je posebno izvagati. Odvagano brašno, šećer te odmjerena količina vode se direktno dodaju preko automatske ili poluautomatske vage i dozirnog automata, a ostale sirovine se ručno važu i dodaju u zamjes. Sirovine koje se odvaguju za izradu jedne mase predstavljaju jednu šaržu i njena veličina ovisi o kapacitetu mjesilice. (Ugarčić-Hardi, 1999.)

### **2.3.4 Izrada zamjesa**

Dodavanje sirovina u mjesilicu ide takvim redosljedom da brašno istovremeno stupi u dodir sa čvrstim i masnim sirovinama, sirovinama pripremljenim u obliku suspenzije i slobodnom vodom. Zamjes tijesta za čajna peciva se odvija jednofaznim ili dvofaznim postupkom. Kod jednofaznog postupka sve se sirovine dodaju jednom dok se sredstvo za rahljenje (narastanje) dodaje s pomiješanim brašnom. Kod dvofaznog postupka prvo se dodaju potrebne količine šećera, vode, masti i ostalih sirovina osim brašna. Vršiti se miješanje, a zatim se dodaje dio brašna, otopina sredstva za narastanje te ostatak brašna. Dvofaznim postupkom se najčešće priprema tijesto koje se siječe i dresirano čajno pecivo. Granulacija brašna, temperatura sirovina, konzistencija upotrebene masti i veličina čestica u prahu utječu na vrijeme zamjesa na koji također utječe i vrsta mjesilice. Za određivanje količine vode koja je potrebna za zamjes, mora se znati sirovinski sastav proizvoda, udio vlage u svakoj sirovini te koji udio vlage mora imati tijesto nakon zamjesa. Vlaga tijesta u sječenom čajnom pecivu je 20-24%, oblikovanom 14-16%, rezanom 18-26%, a dresiranom 16-26%. (Gavrilović, 2003.) Kod zamjesa tijesta za oblikovano čajno pecivo sve se sirovine moraju homogenizirati u mjesilici kroz 5min osim brašna i natrijevog hidrogenkarbonata koji se naknadno dodaju. Kod zamjesa za istisnuta čajna peciva u mjesilici se najprije umute šećer i masnoće zatim ostale sirovine, a na kraju brašno i natrijev hidrogenkarbonat te voda. Temperatura sirovina tijekom izrade tijesta je vrlo važna i treba se nalaziti u rasponu 18-25 °C. Pri višoj temperaturi masa bi postala žilava jer bi se povećala elastična, a izgubila plastična svojstva, što bi nakon oblikovanja rezultiralo nepravilnim oblicima proizvoda. Pri temperaturama nižim od 18°C, tijesto bi se teže obrađivalo. (Ugarčić-Hardi, 1999.)

### **2.3.5 Oblikovanje**

Tijesta za oblikovano čajno pecivo oblikuje se neposredno poslije zamjesa, pomoću dva valjka, od kojih je jedan formirajući i u čije kalupe se utiskuje tijesto, a drugi je rebrasti i služi za utiskivanje tijesta. Valjci se vrte jedan prema drugome. Dodirom valjaka i transportne trake oblikovano tijesto pomoću podtlaka prebacuje se na transportnu traku. Tijesto za sječeno čajno pecivo se propušta kroz otvore kalupa, oblikuju se paralelne trake, koje se rotirajućim nožem sijeku na željenu duljinu. Rezana čajna peciva se režu pomoću žice, također nakon prolaska kroz otvore kalupa, tako da prilikom spuštanja tijesta na traku, čelična žica reže komade tijesta. Dresirana čajna peciva se oblikuju pomoću uređaja za istiskivanje kroz kalupe pomoću pokretne ploče. (Gavrilović, 2003.)

### 2.3.6 Pečenje

Pečenje je složena operacija tehnološkog procesa proizvodnje jer tada nastaju fizikalno-kemijske i koloidne promjene tijesta i dobiva se proizvod određene kvalitete. Pečenje počinje zagrijavanjem oblikovanog tijesta i praćeno je oduzimanjem vode. Na početku pečenja potrebna je veća količina topline, dok se pri kraju pečenja ona polako smanjuje. Promjene sastojaka tijesta počinju u trenutku kada temperatura tijesta na površinskim slojevima dosegne 40°C i završavaju se na kraju pečenja. U procesu pečenja oblikovano tijesto mijenja vanjski izgled, dimenzije, formira strukturu, okus i aromatična svojstva. Tri glavne promjene koje se događaju tijekom pečenja su: povećanje debljine proizvoda kroz proizvodnju plinova i isparavanja vode; smanjenje mase proizvoda zbog sušenja rezultira velikim smanjenjem gustoće proizvoda i razvoj porozne strukture i potamnjivanje površine proizvoda uslijed hidrolize škroba i karamelizacije šećera. (Chevallier sur. 2002.)

Proces pečenja se može opisati u tri faze. U prvoj fazi nastaje ekspanzija tijesta i smanjenje vlage. U drugoj fazi se nastavlja ekspanzija volumena tijesta, ali istovremeno dolazi do nastanka boje na površini oblikovanog tijesta – čajnog peciva. U trećoj fazi se regulira visina proizvoda i pojačava boja. (Gavrilović, 2011.)

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

### 2.3.7 Hlađenje

Proces hlađenja započinje odmah nakon izlaska čajnog peciva iz pećnice. Sam proces hlađenja može se provoditi prirodnim putem, umjetno ili kombinirano. Hlađenje se provodi sve dok se ne izjednači temperatura čajnog peciva s temperaturom prostorije te dok se ne postigne svojstvena čvrstoća proizvoda. Najbolje hlađenje se postiže prirodnim putem, na taj način izbjeći će se nagle promjene temperature koje bi mogle dovesti do pucanja proizvoda. Umjetno hlađenje se provodi ventilatorima uz brzinu strujanja zraka 3-4m/s. Na kraju hlađenja izjednačava se brzina izmjene topline u svim slojevima čajnog peciva i prekida se apsorpcija vlage. Čajno pecivo se nalazi u ravnotežnom stanju u kojem je njegova temperatura izjednačena sa temperaturom proizvodne prostorije i uspostavljena je ravnotežna vlaga. (Gavrilović, 2003.)



### **2.3.8 Pakiranje**

Nakon što je proizvod ohlađen vrši se pakiranje koje može biti ručno i automatski. Ohlađeni proizvod se pakira u odgovarajuću ambalažu te se odvozi u skladište i čuva pod točno određenim uvjetima. Ambalaža je zaštita keksarskom proizvodu od utjecaja svjetlosti, vlage, stranih mirisa i djelovanja štetnika. Isto tako, ambalaža je zaštita keksarskim proizvodima od propuštanja masnoće i vlage.

## **2.4. Tekstura**

Tekstura je vrlo važno svojstvo koje utječe na procesiranje i rukovanje proizvodom, na vijek trajnosti proizvoda, te na prihvatljivost proizvoda od strane potrošača. Tekstura se može opisati kao skupina fizikalnih svojstava koji se mogu odrediti osjetilom dodira, a u vezi su s deformacijom, dezintegracijom i tečenjem hrane pod utjecajem sile. U prehrambenoj industriji je vrlo važno kontinuirano pratiti teksturalna svojstva kako bi se postigla konzistentnost tijekom proizvodnje te poboljšala sama kvaliteta proizvoda, odnosno kako bi se zadovoljili zahtjevi potrošača u pogledu teksture proizvoda. Tekstura proizvoda ovisi o kemijskim vezama unutar samog proizvoda, tj. uslijed promjena tih veza kao što su mehaničke deformacije, jer se time mijenja i tekstura samog proizvoda. Osnovna svojstva teksture kod čajnih peciva su tvrdoća, lomljivost i otpor žvakanju. Otpor žvakanju predstavlja onu energiju koju je potrebno utrošiti za žvakanje proizvoda, dok se lomljivost odnosi na stupanj do kojeg proizvod može biti deformiran prije nego što se polomi i na potrebnu silu pod kojom proizvod puca ili se usitnjava. Tvrdoća je sila koja je potrebna za postizanje deformacije proizvoda ili prodiranja u proizvod.

Tekstura proizvoda određuje se na nekom od uređaja za određivanje teksture, kao što je Analizator teksture TA.XT Plus.

## 2.5. Boja

Vanjski izgled tj. boja prvo je što potrošač vidi i ona će svakako utjecati na želju potrošača za čajnim pecivom. Tijekom proizvodnje čajnog peciva bitan je korak kontroliranja razvoja boje kako bi sam proizvod bio što bolje prihvaćen od strane potrošača. Postoje različite indirektne i direktne metode mjerenja boje na površini proizvoda.

Direktne metode usmjerene su na kvantitativno praćenje produkata Maillardovih reakcija i karamelizacije, dok se indirektne metode zasnivaju na principu mjerenja količine reflektirane svjetlosti s površine uzorka raznim uređajima kao što su kolorimetar, kromametar i u novije vrijeme sustav za računalnu analizu slike. (Lukinac Čačić, 2012)

### **3.EKSPERIMENTALNI DIO**



### 3.1. Zadatak

Zadatak ovog diplomskog rada bio je usporedba kvalitativnih parametara čajnog peciva pripremljenih sa svinjskom masti i standardnog čajnog peciva pripremljenog s margarinom. Svi uzorci obrađeni u ovom diplomskom radu napravljeni su u laboratorijskim uvjetima. Praćene su promjene sljedećih kvalitativnih svojstava čajnog peciva: udio i aktivitet vode, tekstura, masa, dužina i visina, te boja uzoraka čajnih peciva.

### 3.2. Materijali

Receptura: prema AACC 10-50D (AACC, 2000a),

- 450,0 g pšeničnog brašna (14% vlage, Tena T550, oštro )
- 128,0 g shortening-a (margarin), odnosno svinjske masti\*
- 260,0 g šećera<sup>1</sup> (kristal šećera)
- 4,2 g NaCl
- 5,0 g NaHCO<sub>3</sub> (1,11% natrijevog hidrogenkarbonata)
- 66,0 g otopine glukoze (otopinu glukoze: 8,9 glukoze otopiti u 150 cm<sup>3</sup> destilirane vode)
- 32,0 g destilirane vode

### 3.3. Metode

#### 3.3.1. Proces proizvodnje čajnog peciva

Čajna peciva koja su dobivena i analizirana u izradi ovog diplomskog rada oblikovana su i pečena u laboratorijskim uvjetima od sirovina kupljenih u lokalnim trgovinama. Sirovine su vagane na laboratorijskoj vagi (Ohaus Adventurer Pro AV4102) prema recepturi AACC metode 10-50D (AACC, 2000a).

U posudi miksera prvo se doda izvagana masnoća, zatim se zasebno važu brašno, šećer, NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, otopina glukoze i destilirana voda. Odvaga sirovina za izradu jedne mase čine šaržu čija veličina ovisi o ukupnoj masi sirovina koje su propisane AACC metodom. Izvagane sirovine (mast, šećer, NaCl, NaHCO<sub>3</sub>) koje su stavljene u posudu miksera, miješaju se brzinom 1 (najsporije) tijekom tri minute. Za miješanje se koriste žičane mutilice miksera. Svake minute je potrebno zaustaviti mikser, i sastrugati sastojke sa stijenki

---

<sup>1</sup> Prema AACC recepturi standardno se u zamjesu koristi shortening-a (margarin). U našoj, modificiranoj recepturi koristili smo svinjsku mast kao zamjenu za shortening-a (margarin).

posude u kojoj se odvija miješanje kako bi se svi sastojci ravnomjerno izmiješali. Nakon završetka prvog dijela miješanja potrebno je dodati otopinu glukoze i destiliranu vodu te nastaviti miješanje brzinom 1 tijekom jednu minutu, a potom još jednu minutu brzinom 2. Potom dodati ukupnu količinu brašna te sadržaj nastaviti miješati dvije minute brzinom jedan pri čemu je potrebno svakih trideset sekundi sastrugati sastojke sa stjenke posude. Dobiveno tijesto sakupiti ručno i okruglo oblikovati, staviti u PVC vrećicu te staviti u hladnjak (8°C) tijekom 30–60 minuta. Nakon što se tijesto ohladi važe se cjelokupna masa tijesta, razvalja se valjkom za tijesto na debljinu 7mm u dva poteza valjka za tijesto (naprijed - nazad). Zatim se izrežu okrugli oblici tijesta promjera 60 mm ( $\approx 27$ g). Od svakog uzorka se ostavlja jedan komad oblikovanog tijesta nepečen te se na njemu također određuju boja, vlaga i aktivitet vode. Ukupno je potrebno izraditi najmanje 14 komada oblikovanog tijesta za čajno pecivo koji se peku zajedno u pećnici (6 komada smo pekli za mjerenje dužine i visine, potom za određivanje udjela i aktiviteta vode te za analiziranje teksture i boje). Nakon toga, sljedećih 10 komada tijesta se peku jedan po jedan u pećnici od 1 minute pa do 10 minute. Sondama za praćenje temperature kontrolirana je temperatura u pećnici. Oblikovano tijesto peče se 10 minuta pri različitim temperaturama (180°C, 205 °C i 230°C).

Nakon pečenja čajno pecivo potrebno je hladiti 30 minuta pri sobnoj temperaturi, izvagati te izmjeriti dužinu (poslagati 6 komada jedan do drugoga te izmjeriti dužinu, a potom svaki komad zarotirati za 90° i opet izmjeriti dužinu) i visinu (poslagati 6 komada jedan na drugi te izmjeriti visinu zatim ponovo poslagati jedan na drugi slučajnim odabirom te ponovo izmjeriti visinu). Iz omjera dužine ( $d$ ) i visine ( $h$ ), uzimajući u obzir faktor korekcije (AACC, 2000a), računa se koeficijent širenja ( $SP$ , *engl. spread factor*) prema jednadžbi:

$$d/h \times CF \times 10 = SP \quad \text{(Jednadžba 1)}$$

### 3.3.2. Ispitivanje teksturalnih svojstava čajnih peciva

Za analizu teksturalnih svojstava čajnog peciva korišten je uređaj TA.XT Plus (*Stable Micro Systems, UK*), a dobiveni podaci analizirani su pomoću Texture Exponent 32 softvera (verzija 3.0.5.0.). Računalni program Texture Exponent 32 softer putem krivulje prezentira kompresiju uzorka u određenom vremenu. Teksturalni profil čajnog peciva procijenjen je putem dobivenih vrijednosti za čvrstoću i elastičnost.

Na slici 1 prikazan je izgled uređaja TA.XT. Plus. Uzorci čajnog peciva analizirani su na dva načina:

- savijanjem/lomljenjem uzoraka koji su podvrgnuti kompresiji, i
- prodiranjem cilindrične sonde u uzorak uz zapis sile, puta i vremena.

## Savijanje/lomljenje čajnog peciva

Uzorci čajnog peciva fiksiraju se na bazu s prorezom i presijecaju pomoću noža koji služi za savijanje/lomljenje uzoraka (Slika 2) prema sljedećim parametrima:

- 1 mm/s: brzina prije mjerenja
- mm/s: brzina mjerenja
- 10 mm/s: brzina poslije mjerenja
- mm: dubina prodiranja
- 50 g: sila potrebna za početni signal
- 50 mm: razmak između dva oslonca

Iz dobivenih podataka očitavaju su sljedeći :

- čvrstoća – kao maksimalna visina prvog pika izražena u gramima (g),
- lomljivost – kao udaljenosti do koje se vrši kompresija do trenutka pucanja uzorka i izražava se u milimetrima (mm).



**Slika 1.** Analizator teksture TA.XT Plus s opremom za savijanje/lomljenje uzoraka

## Prodiranje cilindrične sonde u uzorak

Nakon primjene metode savijanja/lomljenja uzorka, uzorci čajnog peciva postavljaju se na čvrstu podlogu analizatora teksture i podvrgavaju su metodi prodiranja cilindrične sonde, uz zapis sile, puta i vremena (Slika 3) prema sljedećim parametrima:

- brzina prije mjerenja: 1,5 mm/s,
- brzina mjerenja: 2 mm/s,

- brzina poslije mjerenja: 10 mm/s,
- dubina prodiranja: 17 mm,
- sila potrebna za početni signal: 10 g.

Iz dobivenih rezultata očituju se vrijednosti za rad smicanja koji je definiran ukupnom površinom ispod krivulje i izražava se u gram sekundama.



**Slika 2.** Analizator teksture TA.TX Plus s opremom za prodiranje u uzorak



**Slika 3.** Analizator teksture TA.TX Plus s opremom za prodiranje u uzorak



### 3.3.3. Ispitivanje boje čajnog peciva

Boju čajnog peciva mjerili smo pomoću kolorimetra (Konica Minolta Chroma Meter CR-400) koji je prikazan na slici 4. Uređaj se sastoji od mjerne glave s otvorom mjernog promjera 8mm kroz koji pulsirajuća ksenonska lampa baca difuzno svjetlo okomito na površinu uzorka. Reflektirana svjetlost s površine uzorka detektira se pomoću šest osjetljivih silikonskih fotočelija. Uređaj omogućuje rad u različitim mjernim sustavima (\*XYZ, Yxy, CIE  $L^*a^*b^*$ , Hunter Lab,  $L^*C^*h$ , itd.). Primjena kolorimetra tijekom mjerenja boje čajnih peciva temelji se na mjerenju reflektirane svjetlosti s površine osvjetljenog uzorka. Neposredno prije svakog mjerenja instrument je potrebno kalibrirati pomoću standardne bijele keramičke pločice (CR-A43). Prilikom mjerenja pokušali smo obuhvatiti što veću površinu uzorka čajnog peciva i to na način da smo boju s površine mjerili na pet različitih mjesta.



**Slika 4.** Kromametar (Konica 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 (engl. *chromaticity*) s pozitivnim i negativnim smjerom, tj. vektorom crvene boje,  $+a^*$  (engl. *redness*) i vektorom za komplementarnu zelenu boju,  $-a^*$  (engl. *greenness*);
- $b^*$  koordinata obojenja s pozitivnim i negativnim smjerom:  $(+b^*)$  vektorom žute boje (engl. *yellowness*) i  $(-b^*)$  vektorom komplementarne plave (engl. *blueness*).

Prema izmjerenim vrijednostima boje čajnog peciva ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ) izračunata je i ukupna promjena boje ( $\Delta E$ ) prema jednadžbi 2. Udaljenost između dvije točke u koordinatnom

sustavu (razlika između dvije boje) izračunava se i definira kao fizikalna vrijednost tj. ukupna promjena boje, a odnos između ukupne promjene boje i tolerancije ljudskog oka za uočavanje razlike između boja dana je u tablici 4 (Leon i sur.,2006.; Pedreschi i sur., 2007., Wee i sur., 2006)

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

**Tablica 3.** Pojašnjenje varijabli jednadžbe 1

$L_0^*$	- parametar svjetline tijesta
$L^*$	- parametar CIEL *a*b* prostora boje – svjetlina boje (engl. <i>lightness</i> )
$a_0^*$	- parametar boje tijesta CIEL *a*b* prostora boja
$a^*$	- parametar CIEL *a*b* prostora boja
$b_0^*$	- parametar boje tijesta CIEL *a*b* prostora boja
$b^*$	- parametar CIEL *a*b* prostora boja
$\Delta E$	- ukupna promjena boje čajnog peciva

**Tablica 4.** Odnos između izračunate vrijednosti ( $\Delta E$ ) i tolerancije ljudskog oka za uočavanje razlike između boja (Grapho Metronic, 2014)

$\Delta E$	oznaka
<0,2	nije uočljiva
0,2-1	vrlo slabo uočljiva
1-3	slabo uočljiva
3-6	uočljivo
>6	vrlo uočljiva

### 3.3.4. Određivanje udjela vode u čajnom pecivu

Određivanje udjela vode u čajnom pecivu provedeno je prema AACC metodi (AACC, 2000b.). Udio vode određivan je kako u tijestu, tako i nakon svake minute pečenja, a računa se u postocima prema jednadžbi:

$$w_v = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \cdot 100 \quad \text{(Jednadžba 3)}$$

$m_0$  - masa uzorka prije sušenja [g]

$m_1$  - masa uzorka nakon sušenja [g]

$wv$  - udio vode (vlage) [%]

### 3.3.5. Određivanje aktiviteta vode u čajnom pecivu

Uzorci se pripremaju isto kao i za određivanje udjela vode. Usitnjeni uzorak stavlja se u malu plastičnu posudu, posuda se zatim stavlja u ležište uređaja za određivanje aktiviteta vode (Rotronic, HygroPalm AW1) i pokreće se mjerenje. Mjerenja su provedena na način da se mjerio aktivitet tijesta te uzoraka nakon svake druge minute pečenja. (Primo-Martina i sur.,2006.).

### 3.3.6. Analiza rezultata

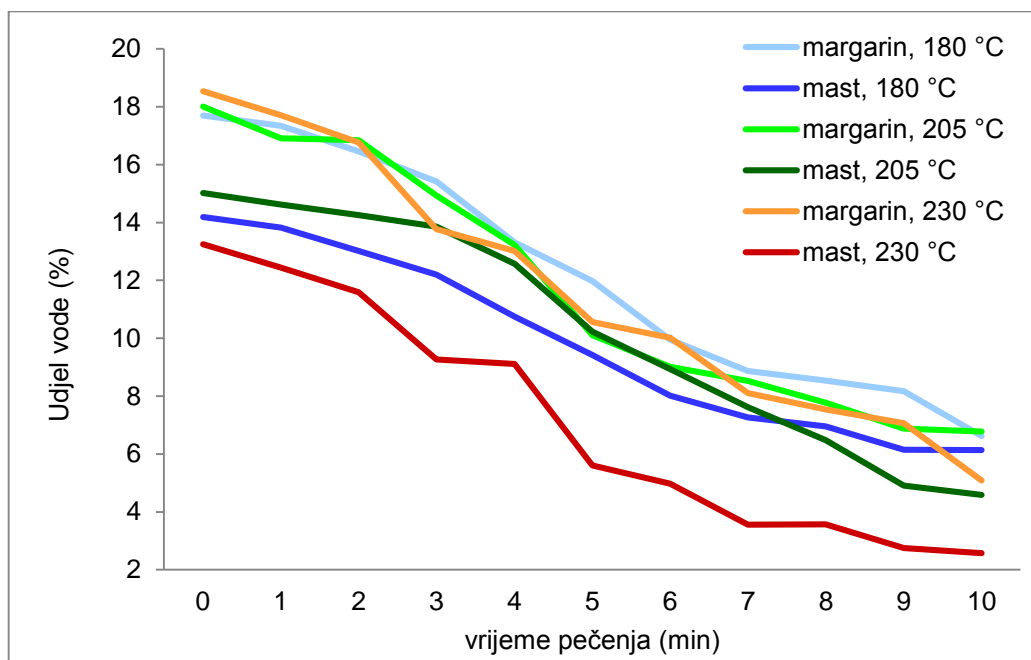
Statistički obrada podataka provedena je analizom varijance (one-way ANOVA) i potom Fischer-ov LSD testom najmanje značajne razlike (*engl. Last Significant Difference*) upotrebom programa Statistica 12.0. Stat Soft Inc. Tulsa, OK, USA

Za određivanje povezanosti između pojedinih varijabli primijenjena je korelacijska analiza oblika kada su varijable u linearnom odnosu. Povezanost između dvije varijable izražena je preko koeficijenta korelacije (Pearsonov koeficijent korelacije). Naime, Pearsonov koeficijent korelacije se koristi kada između varijabli promatranog modela postoji linearna povezanost i neprekidna normalna distribucija. Vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije kreće se od +1 (savršena pozitivna korelacija) do -1 (savršena negativna korelacija). Predznak koeficijenta upućuje na smjer korelacije, a ne na snagu korelacije. Pozitivan predznak koeficijenta znači da su varijable u linearnom odnosu: koliko se puta poveća jedna veličina, toliko se puta poveća druga veličina. Negativan predznak koeficijenta označava obrnutu proporcionalnost: koliko se puta poveća jedna veličina, toliko se puta smanji druga veličina. Snagu korelacije označava sama vrijednost koeficijenta, što je bliži +1, pozitivna korelacija je snažnija, a što je bliži -1, negativna korelacija je snažnija. Pearsonov koeficijent korelacije bazira se na usporedbi stvarnog utjecaja promatranih varijabli jedne na drugu u odnosu na maksimalni mogući utjecaj dviju varijabli.

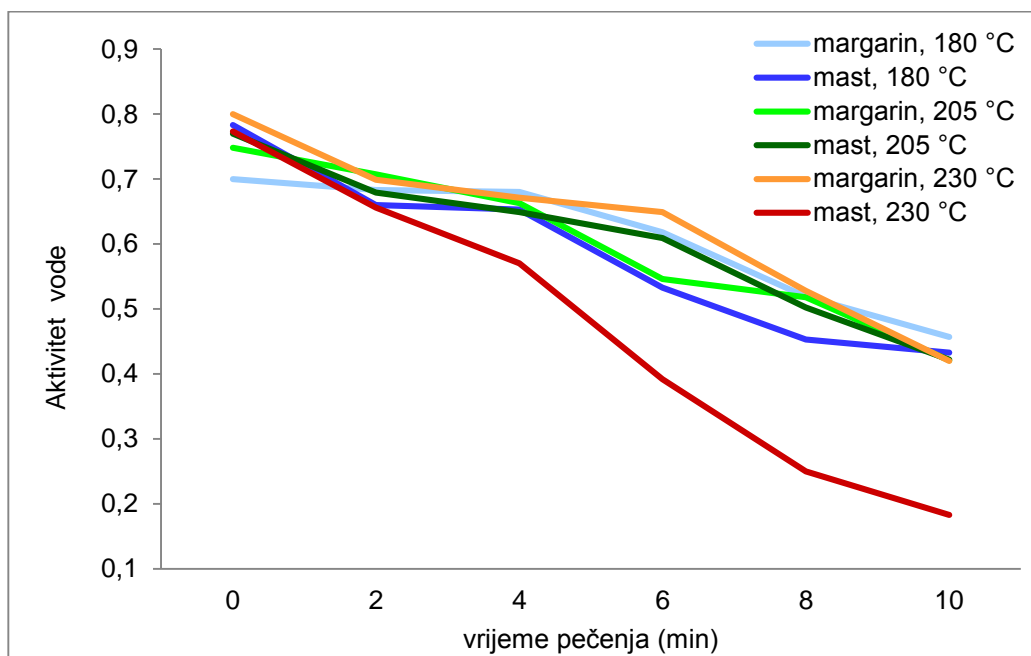
## **4. REZULTATI**



### 3.1. Rezultati određivanja udjela i aktiviteta vode tijekom pečenja čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti

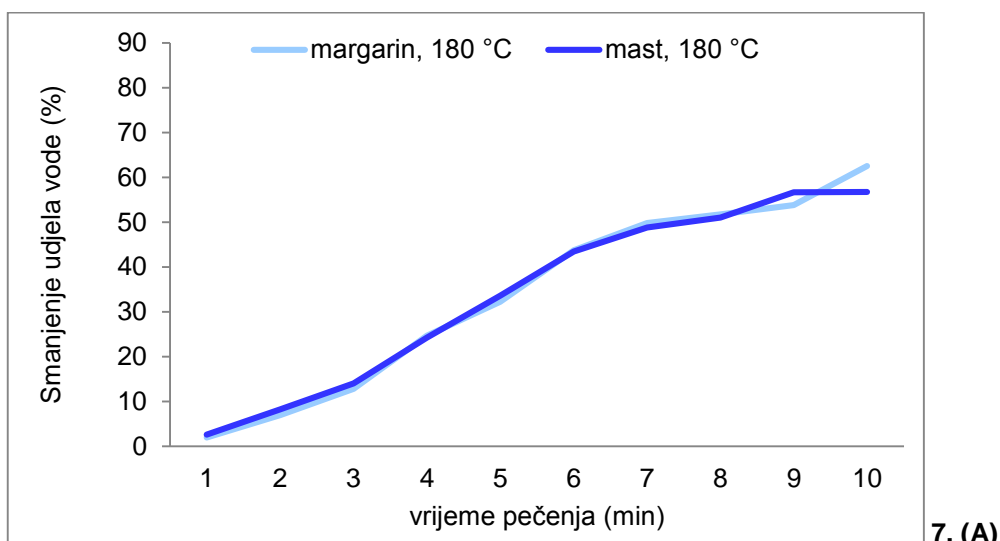


Slika 5. Rezultati određivanja udjela vode u uzorcima čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti pečenih pri 180°C, 205°C i 230°C

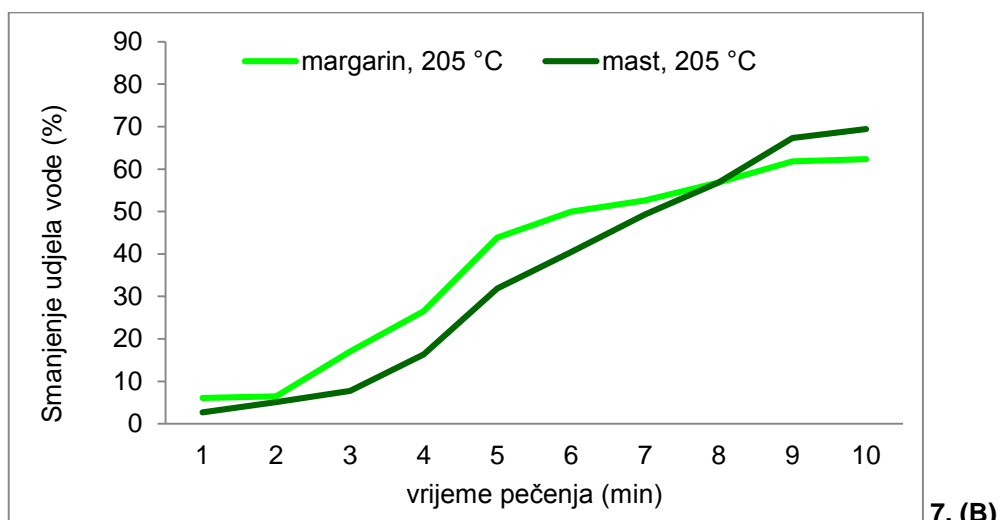


Slika 6. Rezultati određivanja aktiviteta vode u uzorcima čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti pečenih pri 180°C, 205°C i 230°C

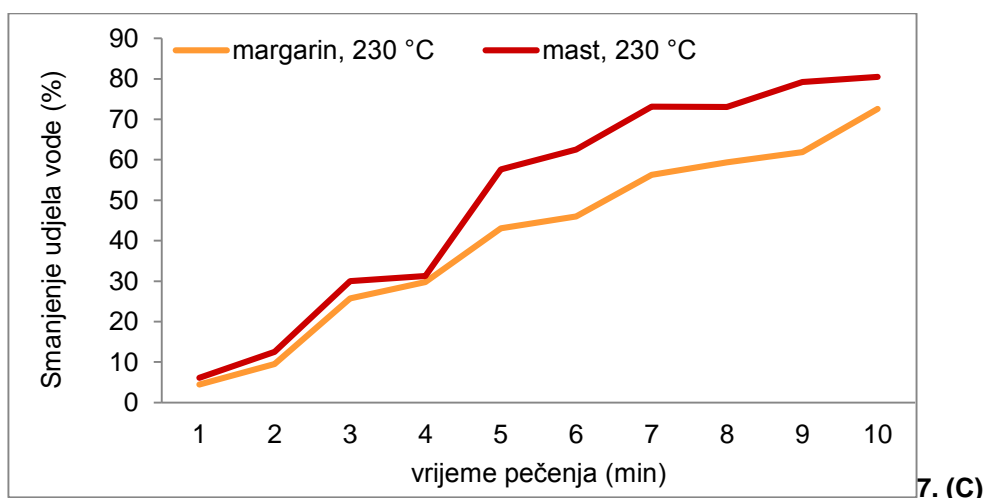
### 3.2. Rezultati određivanja postotnog smanjenja udjela vode



7. (A)



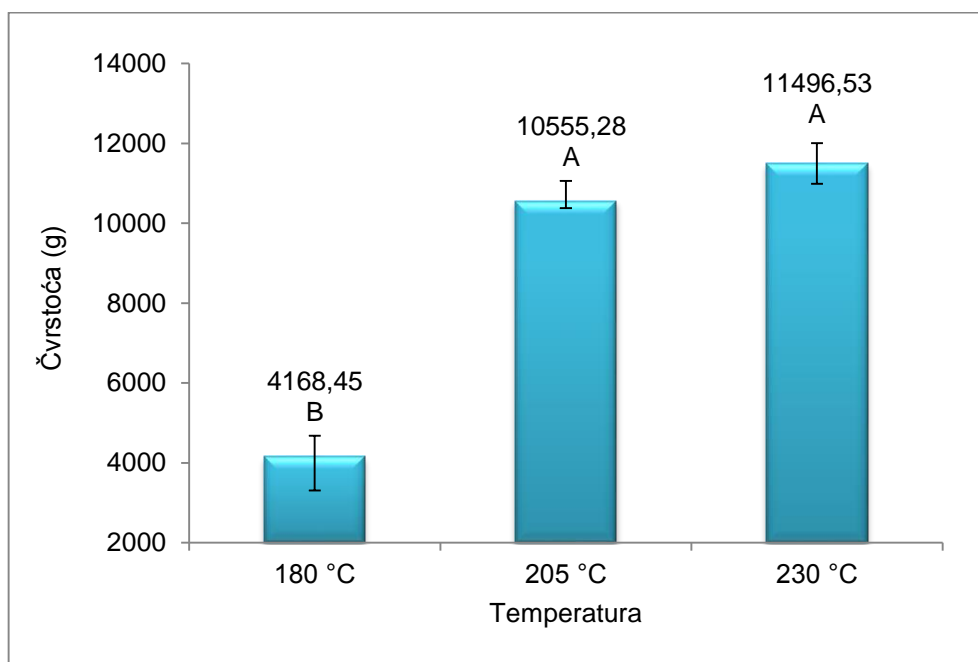
7. (B)



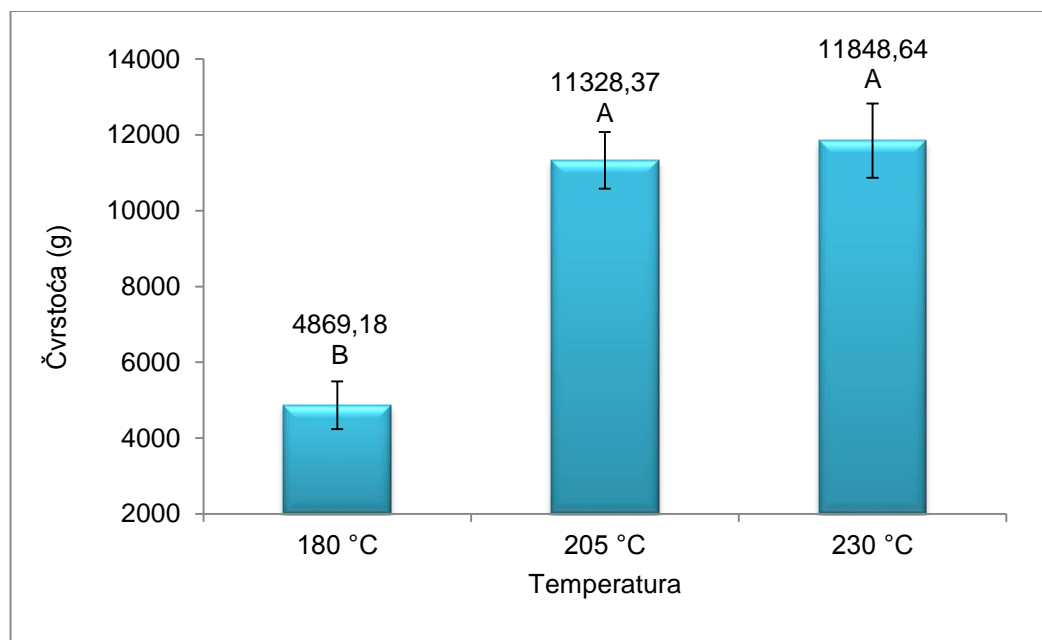
7. (C)

**Slika 7. (A) (B) (C)** Rezultat određivanja postotnog smanjenja udjela vode u svakoj minuti pečenja ovisno o temperaturi pečenja u odnosu na početni udio vode u tijestu

### 4.3 Rezultati određivanja teksture

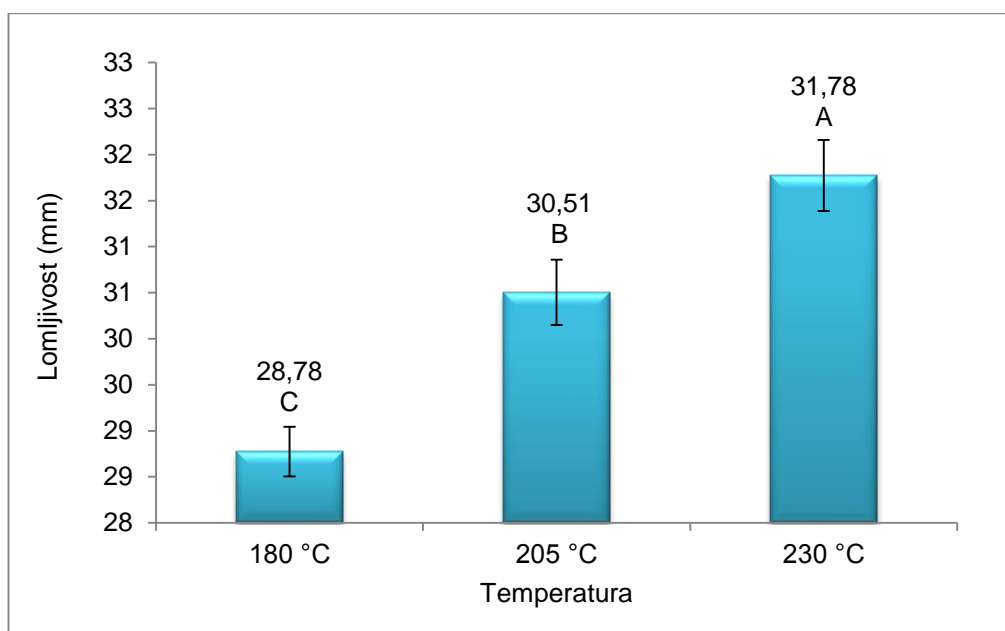


**Slika 8.** Rezultati određivanja čvrstoće uzoraka čajnog peciva s margarinom (prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike)

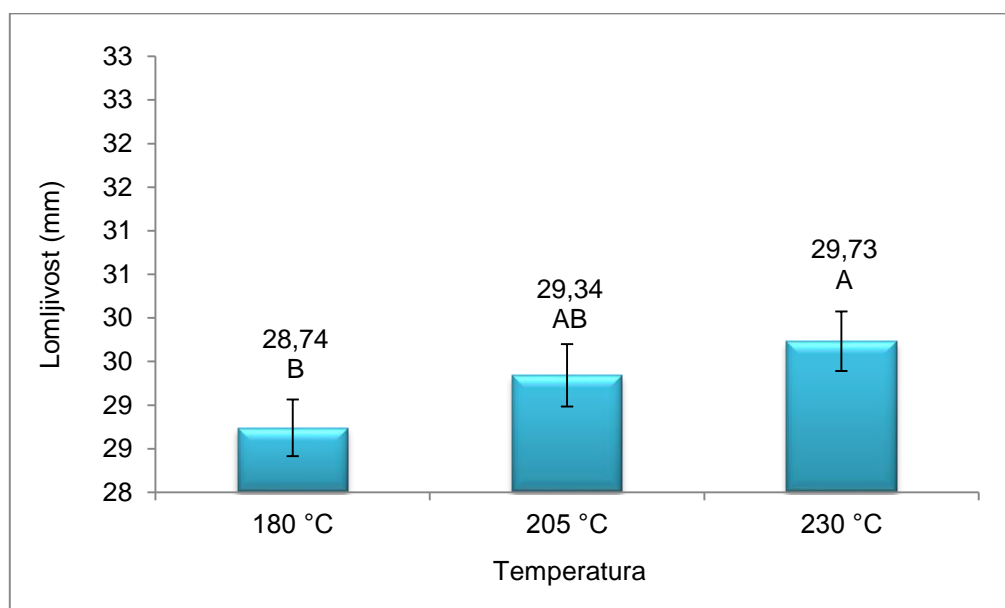


**Slika 9.** Rezultati određivanja čvrstoće uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti (prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike)

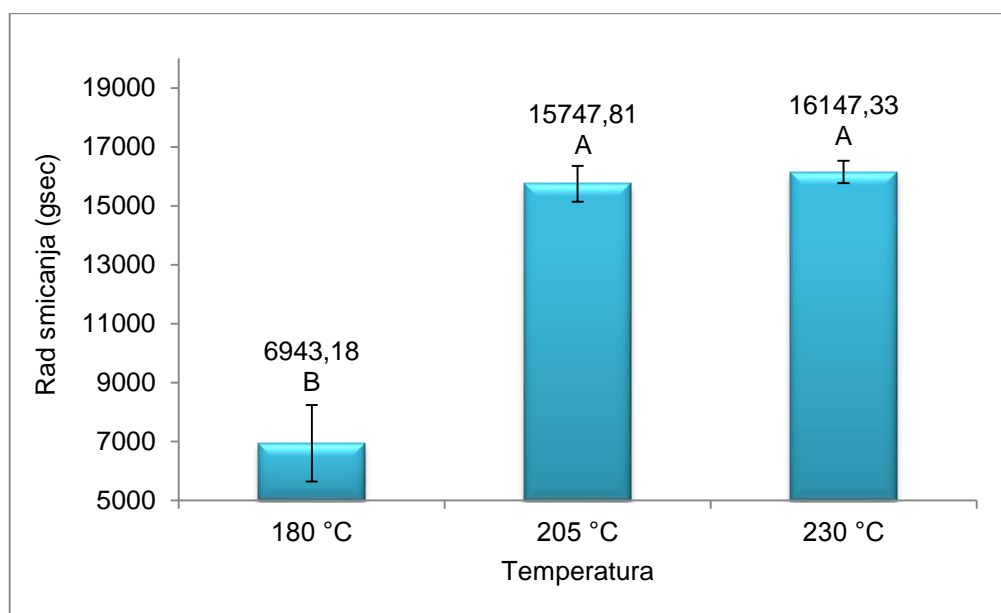




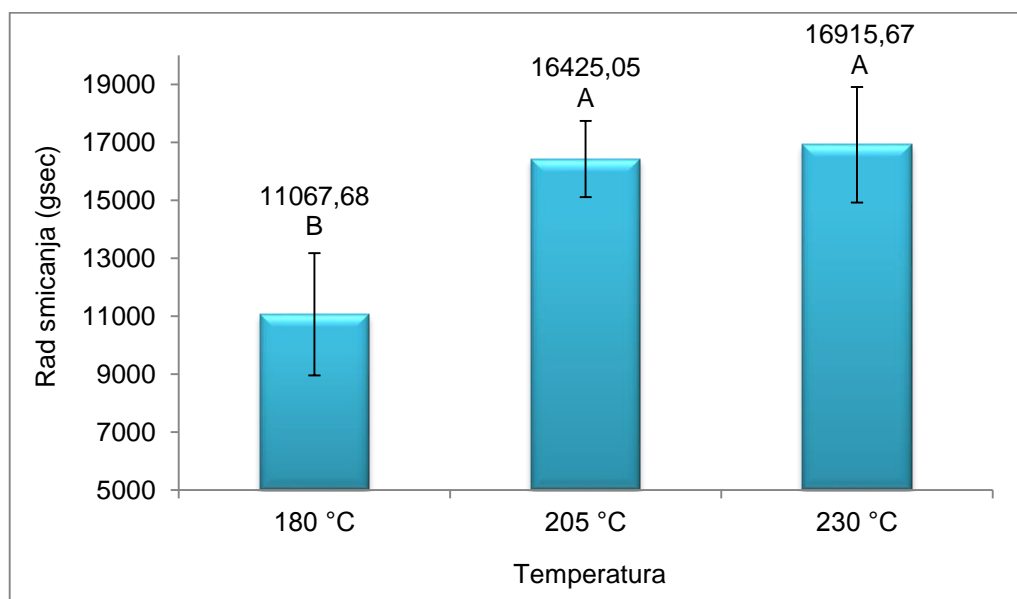
**Slika 10.** Rezultati određivanja lomljivosti uzoraka čajnog peciva s margarinom (prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 11.** Rezultati određivanja lomljivosti uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti (prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 12.** Rezultati određivanja rada smicanja kod uzoraka čajnog peciva s margarinom (prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike)

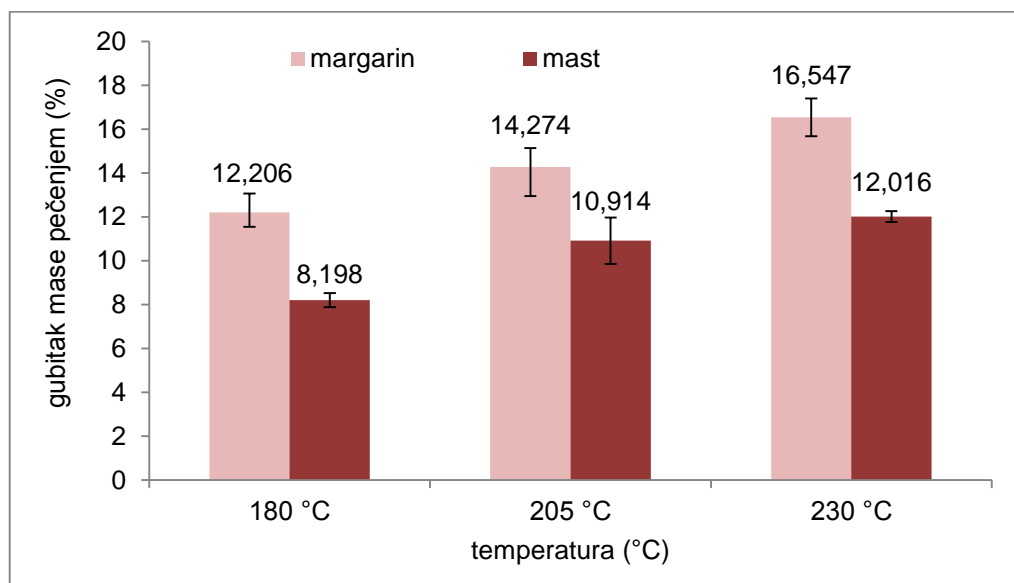


**Slika 13.** Rezultati određivanja rada smicanja kod uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti (prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike)

**Tablica 5.** Rezultati statističke analize postotne promjene čvrstoće, lomljivosti i rada smicanja kod uzoraka čajnog peciva s dodatkom svinjske masti u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom ovisno o primijenjenoj temperaturi pečenja

temperatura (°C)	Δ čvrstoće (%)		Δ lomljivosti (%)		Δ rada smicanja (%)	
	Δ	klasifikacija	Δ	klasifikacija	Δ	klasifikacija
180	-18,31 ± 11,25	A	0,12 ± 0,40	A	-59,55 ± 8,77	A
205	-7,27 ± 5,50	AB	3,81 ± 0,36	B	-2,77 ± 4,98	B
230	-2,96 ± 4,37	B	6,42 ± 0,10	C	-3,85 ± 32,85	B

#### 4.4 Rezultati mjerenja mase uzoraka čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti prije i nakon pečenja

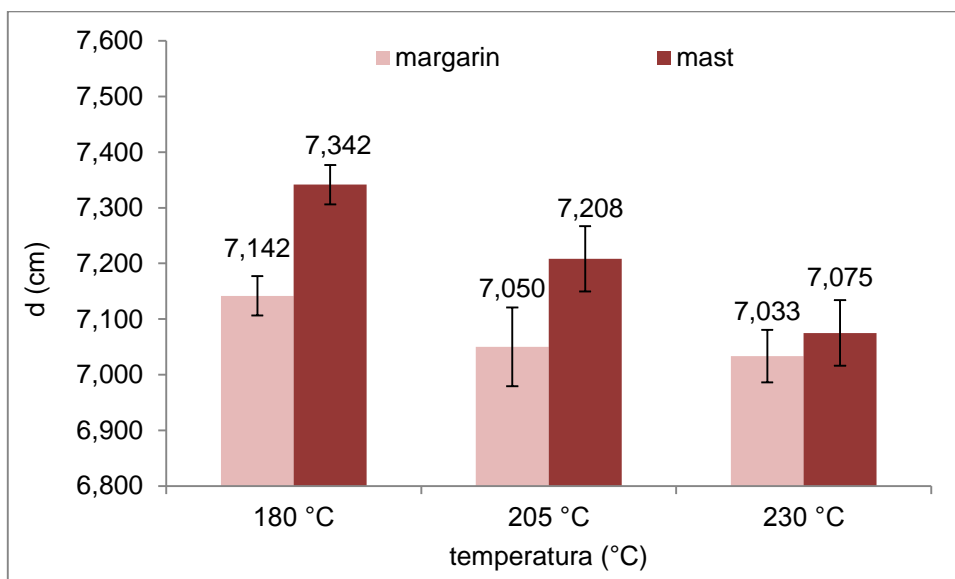


**Slika 14.** Srednje vrijednosti ± standardna devijacija određivanja promjene mase tijekom pečenja čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti pri različitim temperaturama pečenja

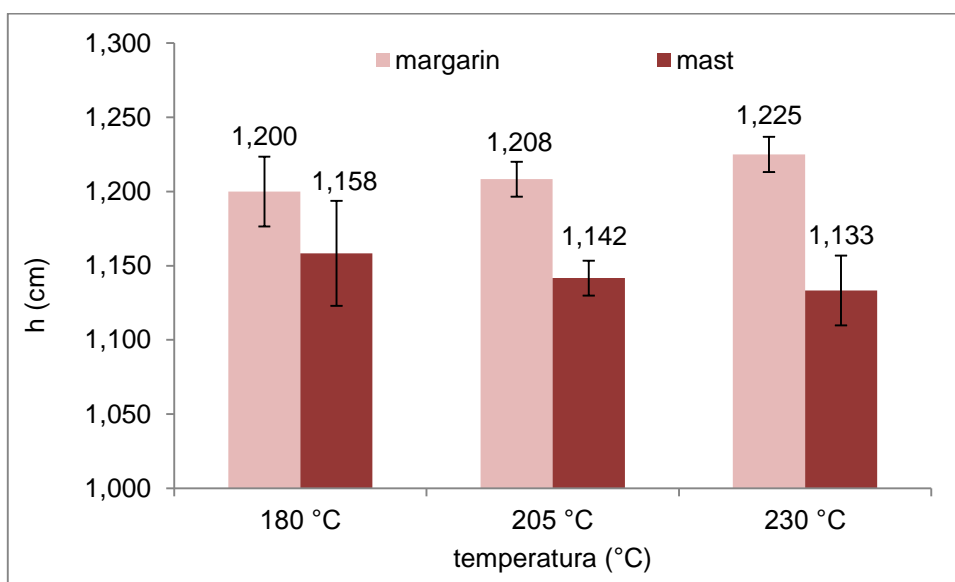
**Tablica 6.** Rezultati statističke analize gubitka mase pečenjem čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti ovisno o temperaturama pečenja

vrsta masnoće	180 °C		205 °C		230 °C	
	Δ	klasifikacija	Δ	klasifikacija	Δ	klasifikacija
margarin	12,21 ± 0,66	A	14,27 ± 1,32	A	16,55 ± 0,86	A
svinjska mast	8,20 ± 0,32	B	10,91 ± 1,07	B	12,02 ± 0,24	B

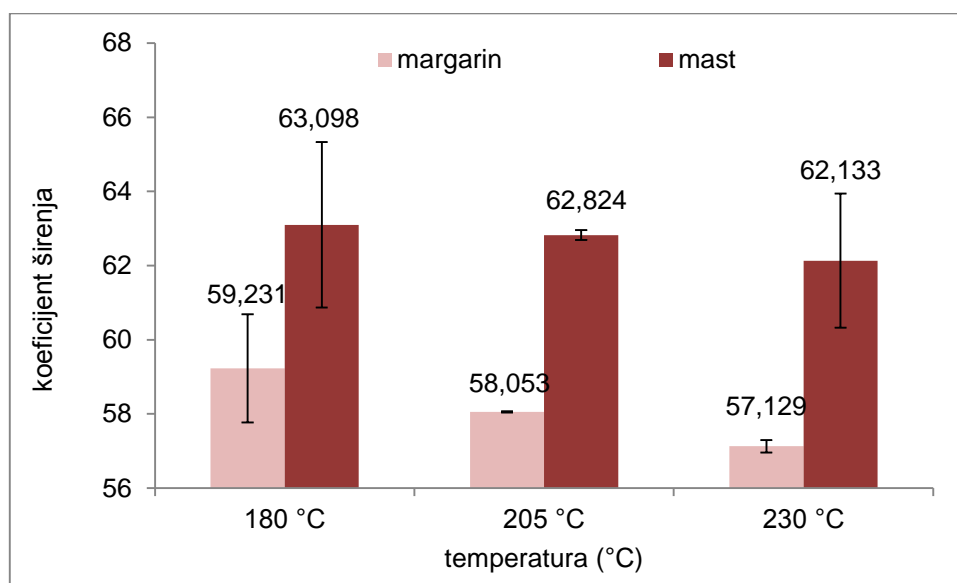
#### 4.5 Rezultati određivanja dužine i visine čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti



**Slika 15.** Srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija promjera (dužine) čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti ovisno o temperaturi pečenja



**Slika 16.** Srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija visine (debljine) čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti ovisno o temperaturi pečenja

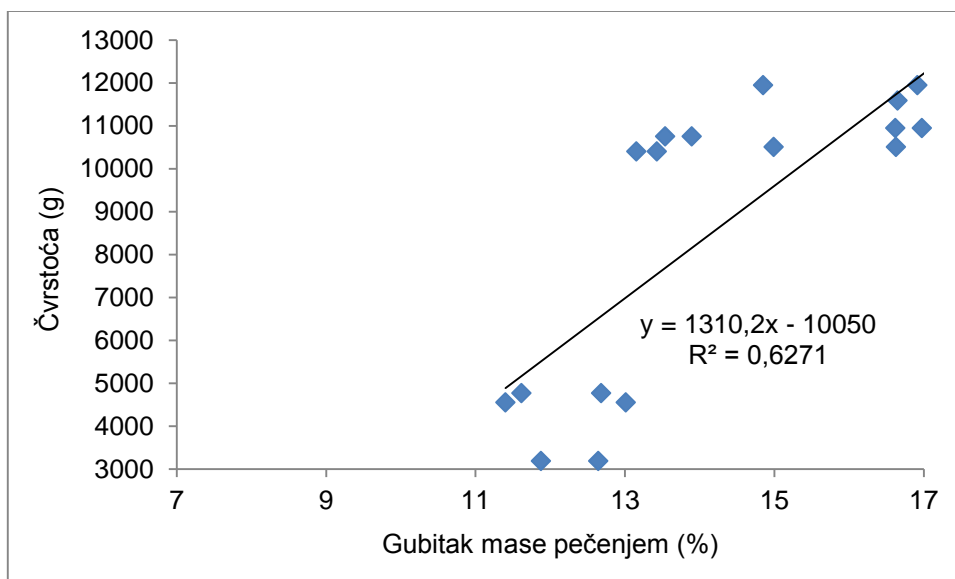


**Slika 17.** Srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija koeficijenta širenja čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti ovisno o temperaturi pečenja

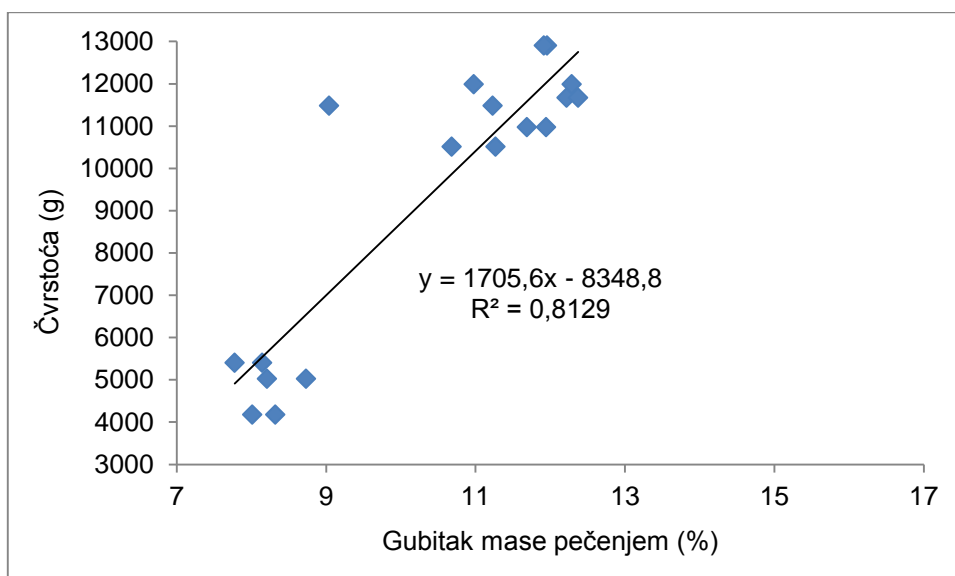
**Tablica 7.** Rezultati statističke analize postotne promjene promjera, debljine i koeficijenta širenja čajnog peciva s masti u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom ovisno o temperaturi pečenja

temperatura (°C)	$\Delta$ promjer (%)		$\Delta$ visina (%)		$\Delta$ koeficijent širenja (%)	
	value	letter	value	letter	value	letter
180	$-2,80 \pm 0,01$	A	$3,48 \pm 1,05$	A	$-6,52 \pm 1,14$	A
205	$-2,25 \pm 0,19$	B	$5,52 \pm 0,05$	AB	$-8,22 \pm 0,20$	A
230	$-0,59 \pm 0,16$	C	$7,49 \pm 1,03$	B	$-8,76 \pm 2,85$	A

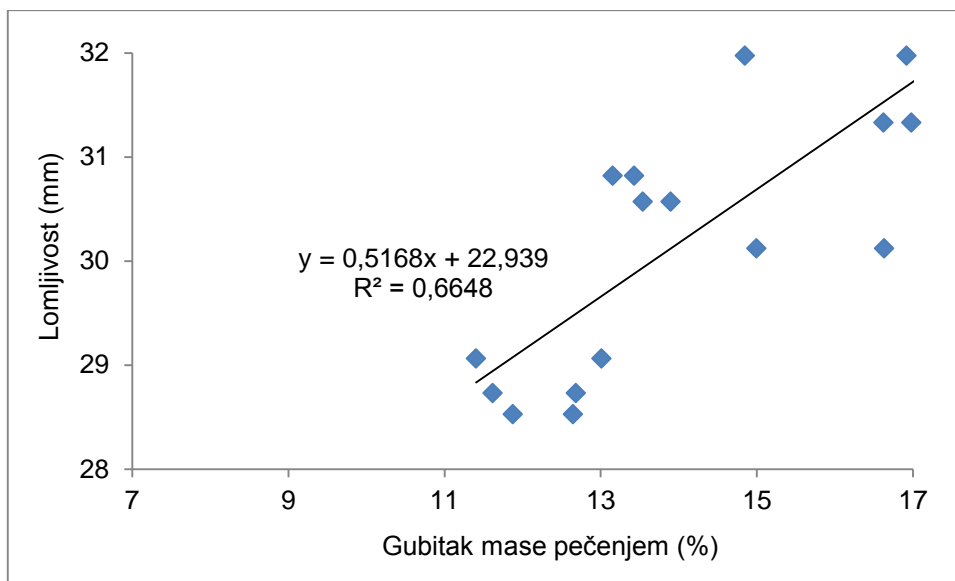
## 4.6 Linearne korelacije



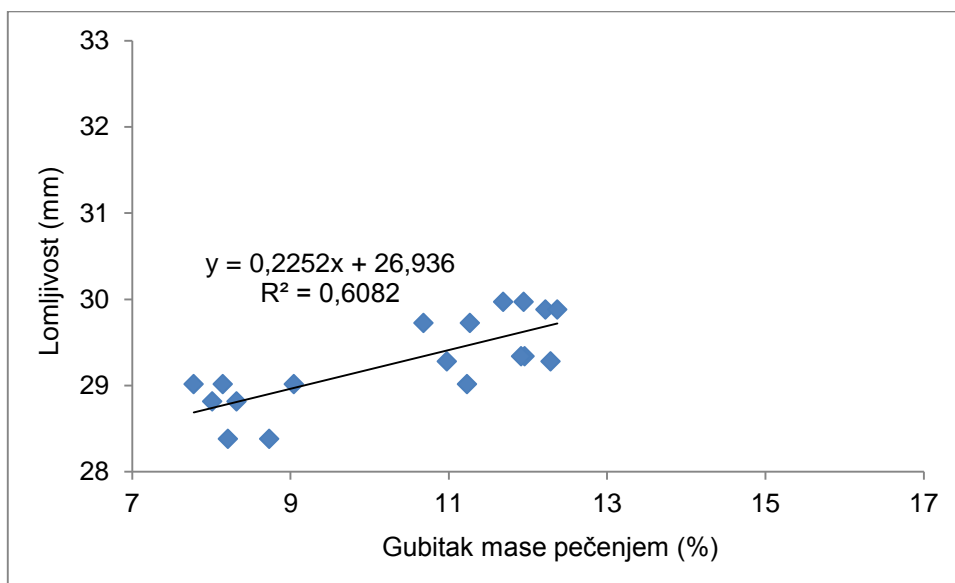
**Slika 18.** Linearna korelacija između čvrstoće i gubitka mase pečenjem kod uzoraka čajnog peciva s margarinom (koeficijent Pearsonove korelacije: 0,7919)



**Slika 19.** Linearna korelacija između čvrstoće i gubitka mase pečenjem kod uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti (koeficijent Pearsonove korelacije: 0,9016)



**Slika 20.** Linearna korelacija između lomljivosti i gubitka mase pečenjem kod uzoraka čajnog peciva s margarinom (koeficijent Pearsonove korelacije: 0,8154)

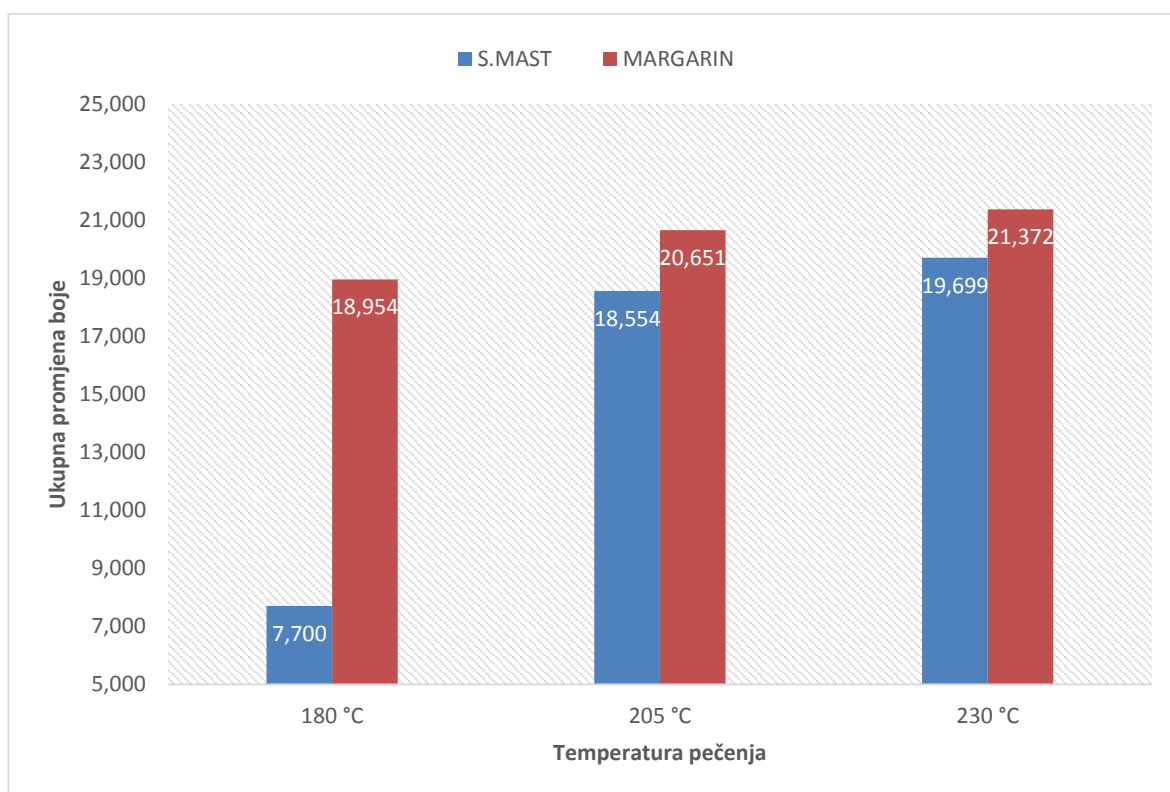


**Slika 21.** Linearna korelacija između čvrstoće i gubitka mase pečenjem kod uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti (koeficijent Pearsonove korelacije: 0,7799)

## 4.7 Rezultati mjerenja boje uzorka čajnog peciva pomoću kromametra

**Tablica 8.** Prosječne vrijednosti ukupne promjene boje uzoraka čajnog peciva s dodatkom različitih masnoća pri različitim temperaturama pečenja

Vrsta masnoće	$\Delta E$		
	Temperatura [°C]		
	180	205	230
<b>margarin</b>	9,16	11,45	11,63
<b>svinjska mast</b>	5,41	9,41	9,53



**Slika 22.** Usporedba ukupne promjena boje čajnog peciva s dodatkom svinjske masti i margarina u 10. minuti pečenja pri različitim temperaturama pečenja





## **4. RASPRAVA**

U ovom diplomskom radu prikazani su rezultati analize ukupno 6 serija zamjesa čajnih peciva (ne računajući preliminarna istraživanja) i praćeni su sljedeći parametri: određivanje udjela i aktiviteta vode tijekom pečenja, tekstura čajnih peciva, mjerenje mase čajnih peciva, visina i dužina čajnih peciva te promjena boje čajnih peciva.

Iz rezultata prikazanih na slici 5 vidljivo je da je najveće smanjenje udjela vode tijekom 10 minuta pečenja pokazao uzorak čajnog peciva pečen pri 230°C i pripremljen sa svinjskom masti, dok je najviše vrijednosti udjela vode tijekom pečenja imao uzorak čajnog peciva pripremljen s margarinom i pečen pri 180°C.

Općenito, standardni uzorci čajnog peciva s dodatkom margarina (svjetlo plava, svjetlo zelena i narančasta linija na slici 5), imali su tijekom cijelog procesa pečenja više udjele vlage nego uzorci sa svinjskom masti (tamnoplava, tamnozeleno i tamnocrvena linija također na slici 5) pečeni pri istoj temperaturi.

Rezultati praćenja aktiviteta vode (Slika 6) tijekom 10 minuta pečenja bili su djelomično slični rezultatima praćenja udjela vode u uzorcima čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti: najniže vrijednosti aktiviteta vode pokazao je uzorak pripremljen sa svinjskom masti pečen pri 230°C. Najviše vrijednosti aktiviteta vode tijekom pečenja imao je također uzorak pečen pri 230°C, ali pripremljen s margarinom. Tek u posljednje dvije minute pečenja vrijednosti aktiviteta vode uzorka s margarinom pečenim pri 230°C pada ispod vrijednosti aktiviteta vode uzorka s margarinom pečenim pri 180°C.

Rezultati određivanja postotnog smanjenja udjela vode u svakoj minuti pečenja ovisno o temperaturi pečenja u odnosu na početni udio vode u tijestu prikazani su na slici 7.

Tijekom pečenja pri 180°C u postotnom smanjenju udjela vode u odnosu na početnu vlagu tijesta gotovo da i nema razlike između uzoraka pripremljenih s margarinom i svinjskom masti. Postotno smanjenje udjela vode u odnosu na početni udio vode tijesta tijekom pečenja pri 205°C bio je veći kod uzoraka s margarinom i tek u posljednje dvije minute pečenja raste kod uzorka sa svinjskom masti, gdje je završetkom pečenja i bilo veće postotno smanjenje udjela vode. Uzorci sa svinjskom masti pečeni pri 230°C od početka do kraja pečenja imali su veće postotno smanjenje udjela vode u odnosu na početni udio vode u tijestu nego uzorci pripremljeni s margarinom.

Slike 8, 9, 10, 11, 12, 13 prikazuju rezultate dobivene određivanjem svojstava teksture keksa (čvrstoće, lomljivosti i rada smicanja). Iz dobivenih rezultata se vidi da čajna peciva sa svinjskom masti imaju veću čvrstoću i manju lomljivost u odnosu na standardna čajna peciva s margarinom. Najmanju čvrstoću (Slika 8, Slika 9), a isto tako i najmanju lomljivost (Slika 10, Slika 11) su imali uzorci pečeni na 180°C bez obzira na vrstu dodane masnoće. Također,

bez obzira na vrstu masnoće koja se koristila u zamjesu, najveće vrijednosti čvrstoće (Slika 8, Slika 9) te najveću lomljivost (Slika 10, Slika 11) imali su uzorci pečeni na 230°C. Pored toga, iz slika 8 i 9 vidljivo je da prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,5$ ) u vrijednostima čvrstoće uzoraka čajnog peciva pečenih pri 180°C i onih pečenih pri 205°C i 230°C, dok između dvije temperature pečenja koje su preko 200°C ne postoji statistički značajna razlika prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike bez obzira na vrstu dodane masnoće. Statistički značajne razlike ( $p < 0,5$ ) u lomljivosti obzirom na primijenjene temperature pečenja uočljivije su kod standardnih uzoraka čajnog peciva s margarinom (Slika 10) gdje postoji statistički značajna razlika pri sve tri temperature pečenja. Kod uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti (Slika 11), statistički značajna razlika ( $p < 0,5$ ) dobivena je samo između uzoraka pečenih pri najnižoj (180°C) i najvišoj (230°C) temperaturi pečenja. Vrijednosti rada smicanja, poput čvrstoće, bile su veće kod uzoraka sa svinjskom masti (Slika 12 i Slika 13) te također, statistički značajna razlika ( $p < 0,5$ ) dobivena je između uzoraka pečenih pri 180°C i onih pečenih iznad 200°C, bez obzira na upotrijebljenu masnoću u zamjesu.

Rezultati prikazani u tablici 5 prikazuju postotnu promjenu parametara određenih pri analizi teksture uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom. Postotna promjena čvrstoće uzoraka čajnog peciva pečenih pri 180°C je najveća, ali se statistički značajno razlikuje samo od postotne promjene čvrstoće uzoraka pečenih pri 230°C. Postotna promjena lomljivosti statistički se značajno razlikuje ( $p < 0,5$ ) u ovisnosti o temperaturi pečenja prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike. Promjena rada smicanja ukazuje kako je potrebno uložiti veći rad da bi sonda uređaja prošla u uzorak čajnog peciva sa svinjskom masti.

Slika 14 prikazuje promjenu (gubitak) mase tijekom pečenja određenu odvagama uzoraka čajnog peciva prije i nakon pečenja. Gubitak masa raste proporcionalno s primjenom viših temperatura pečenja, što je i očekivano, bez obzira na dodanu masnoću. Gubitak mase pečenjem veći je kod standardnih uzoraka čajnog peciva s dodatkom margarina, nego kod uzoraka sa svinjskom masti. Rezultati prikazani u tablici 6 pokazuju da vrsta masnoće s kojom se pripravlja čajno pecivo statistički značajno ( $p < 0,5$ ) utječe na gubitak mase tijekom pečenja pri svakoj ispitivanoj temperaturi pečenja, a prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

Na slikama 15, 16, 17 te u tablici 7 prikazani su rezultati određivanja dužine i visine čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti. Promjer čajnog peciva s dodatkom masti se povećao u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom pri sve tri ispitivane temperature pečenja (Slika 15). Postotna povećanje promjera čajnog peciva sa svinjskom masti se

statistički značajno ( $p < 0,5$ ) razlikuje pri svakoj primijenjenoj temperaturi pečenja prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike. Postotna promjena povećanja promjera čajnog peciva sa dodatkom svinjske masti je obrnuto proporcionalna povećanju temperature pečenja (Tablica 7).

Za razliku od promjera, debljina čajnog peciva s dodatkom svinjske masti se smanjila u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom (Slika 16). Povećanje razlike u postotnoj promjeni debljine čajnog peciva s dodatkom svinjske masti raste s povećanjem temperature u odnosu na čajno pecivo s margarinom. Postotna promjena debljine čajnog peciva s dodatkom svinjske masti u odnosu na margarin se statistički značajno razlikuje između najviše primijenjene temperature pečenja ( $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) i najniže primijenjene temperature pečenja ( $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), dok se postotna promjena debljine čajnog peciva pečenog pri standardnoj temperaturi od  $205\text{ }^{\circ}\text{C}$  statistički značajno ( $p < 0,5$ ) ne razlikuje od promjene dobivene niti pri  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ , niti pri  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike (Tablica 7).

S povećanjem temperature od  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  smanjuje se koeficijent širenja čajnog peciva kako kod uzoraka s margarinom, tako i kod uzoraka sa svinjskom masti (Slika 17). Iako postotna promjena koeficijenta širenja čajnog peciva s dodatkom svinjske masti raste s porastom temperature pečenja u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom, statistička obrada podataka je pokazala da ne postoji značajna razlika ( $p < 0,5$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike u postotnoj promjeni koeficijenata širenja čajnog peciva sa svinjskom masti i margarinom niti na jednoj primijenjenoj temperaturi pečenja (Tablica 7).

Linearna ovisnost gubitka mase pečenjem o čvrstoći čajnog peciva s dodatkom margarina prikazana je na slici 18, a s dodatkom svinjske masti na slici 19. Pearsonov koeficijent linearne korelacije kod uzoraka čajnog peciva s margarinom iznosi: 0,7919, a kod uzorka sa svinjskom masti 0,9016. U oba slučaja postoji statistička značajna korelacija pri 99%-tnoj razini značajnosti ( $p < 0,01$ ), što znači da od 100 uzoraka korelacija nije istinita samo za 1 uzorak. Vrijednosti koeficijenata korelacije ukazuju nam da je kod uzoraka čajnog peciva sa svinjskom masti pokazana jača korelacija nego kod standardnih uzoraka s margarinom, odnosno povećanjem vrijednosti gubitaka mase pečenjem, povećava se čvrstoća spomenutih uzoraka.

Na slikama 20 i 21 prikazana je linearna ovisnost gubitka mase pečenjem o lomljivosti čajnog peciva s dodatkom margarina, odnosno svinjske masti. Izračunata vrijednost za Pearsonov koeficijent linearne korelacije standardnih uzorka s margarinom je 0,8154, a uzorka sa svinjskom masti 0,7799. Dakle, kod standardnih uzoraka s margarinom kao i kod uzoraka sa svinjskom masti postoji statistička značajna korelacija pri 99%-tnoj razini značajnosti

( $p < 0,01$ ). Vrijednosti koeficijenta korelacije između lomljivosti čajnog peciva i gubitka mase pečenjem ukazuju da standardni uzorci s margarinom imaju nešto jače izraženu korelaciju nego uzorci sa svinjskom masti, odnosno kod tih uzoraka uočena je jača povezanost povećanja lomljivosti sa porastom vrijednosti gubitaka mase pečenjem.

Rezultati mjerenja boje uzoraka čajnog peciva pomoću kromametra dani su u tablici 8, te slici 22. Iz tablice mjerenja boje vidljivo je da su se vrijednosti ukupne promjene boje kod uzoraka sa dodatkom margarina bile u rasponu 9,16–11,63. Vrijednosti ukupne promjene boje kod uzoraka sa dodatkom svinjske masti kretale su se u rasponu 5,41–9,53.

Iz slike 22 vidljivo je da nakon 10 minuta pečenja uzoraka, u većini slučajeva, veće vrijednosti ukupne promjene boje imali su uzorci s dodatkom margarina. Uzorci s dodatkom margarina imali su vrijednosti ukupne promjene boje u rasponu 7,70–19,70, a uzorci s dodatkom svinjske masti u rasponu 18,95–21,37.

Povećanjem temperatura pečenja, povećava se vrijednost ukupne promjene boje za sve promatrane uzorke. Uzorci kojima je u recepturu dodan margarin pokazali su veće vrijednosti ukupne promjene boje u odnosu na uzorke s dodatkom svinjske masti neovisno o temperaturi pečenja.



## **5. ZAKLJUČCI**



Nakon provedenog istraživanja i analize svih parametara ispitivanih uzoraka čajnog peciva doneseni su sljedeći zaključci:

Rezultati određivanja udjela i aktiviteta vode tijekom pečenja čajnog peciva s margarinom i svinjskom masti pokazuju da uzorci čajnog peciva s dodatkom margarina tijekom cijelog procesa pečenja imaju više udjele vlage nego uzorci sa svinjskom masti pečeni pri istim temperaturama. Najniže vrijednosti aktiviteta vode imao je uzorak pripremljen sa svinjskom masti pečen na 230°C, dok je najviše vrijednosti aktiviteta vode imao uzorak također pečen pri 230°C ali pripremljen s margarinom.

Pri najnižim temperaturama pečenja gotovo da i nema razlike u postotnom smanjenju udjela vode u odnosu na početnu vlagu tijesta između uzoraka pripremljenih s margarinom i svinjskom masti. Povećanjem temperature pečenja uzorci sa svinjskom masti imali su veće postotno smanjenje udjela vode u odnosu na početni udio vode u tijestu nego uzorci pripremljeni s margarinom.

Gubitak (promjena) mase pečenjem veći je kod standardnih uzoraka čajnog peciva s dodatkom margarina nego kod uzoraka s svinjskom masti.

Temperatura pečenja čajnih peciva utječe na čvrstoću i lomljivost tj. teksturalna svojstva čajnih peciva tako što se pri višim temperaturama čvrstoća i lomljivost povećavaju. Čajna peciva pripremljena sa svinjskom masti pokazali su veću čvrstoću i manju lomljivosti u odnosu na uzorke s margarinom.

Promjer (dužina) uzoraka čajnog peciva s dodatkom masti veća je u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom. Debljina uzoraka čajnog peciva s dodatkom svinjske masti manja je u odnosu na standardno čajno pecivo s margarinom. Koeficijent širenja čajnog peciva smanjuje se povećanjem temperature kako kod uzoraka s margarinom tako i kod uzoraka s svinjskom masti.

Vrijednosti koeficijenta korelacije ukazuje da postoji statistički značajna korelacija ( $p < 0,01$ ) između parametara teksture (čvrstoće i lomljivosti) i gubitka mase pečenjem kako kod uzorka čajnog peciva sa svinjskom masti tako i kod standardnog uzorka s margarinom.

Veće vrijednosti ukupne promjene boje pokazali su uzorci kojima u recepturi dodan margarin u odnosu na uzorke s dodatkom svinjske masti neovisno o temperaturi pečenja.

## **6. LITERATURA**

1. Afoakwa, E. O.: *Chocolate Science and Technology*, Wiley-Blackwell, UK, 2010.
2. Anglani, C.: Wheatminerals – A review. *Plant Foods for Human Nutrition* 52. 177-186, 1998.
3. Arendt, E. K., Zannini, E.: *Cereal grains for the food and beverage industries*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK
4. AACC 10-50D, Baking Quality of Cookie Flour, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, 2000a
5. AACC Method 44-15A: Moisture-Air-Oven Methods. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, 2000b
6. Đaković, Lj: *Pšenično brašno*. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1997.
7. Grapho Metronic. Color + Quality Part 3: Color systems. URL: <http://www.graphometronic.com/content/en/TechNotes/index.html>(15.07.2014)
8. Gavrilović, M: *Tehnologija konditorskih proizvoda*. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad, 2011.
9. Hosney, R.C: *Principles of cereal science and technology*, AACC, Inc. St. Paul Minnesota, USA, 1994.
10. Koehler, P., Wieser, H.: *Chemistry of Cereal Grains*. u *Handbook of Sourdough Biotechnology*, Gobbetti, M., Gänzle M. (ur.), Springer, New York, 2013.
11. Kovačević, D: *Kemija i tehnologija mesa i ribe*, Osijek, 2001.
12. Leon K., Mery D., Pedreschi, F., Leon, J. Color measurement in  $L^* a^* b^*$  units from RGB digital images. *Food Research International*. 39:1091, 2006.
13. Lukinac Čačić J: *Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja*. Doktorski rad. Prehrambeno- tehnološki fakultet, Osijek, 2012.
14. Manley D: *Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry*. Woodhead publishing Limited, 2000.
15. Mičić B: *Osnovi pekarstva*. Poslovno udruženje proizvođača hleba i peciva, Beograd, 1976.
16. MPŠVG. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH: *Pravilnik o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini i proizvodima od tijesta*, NN br. 78/2005.
17. MPŠVG. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva. *Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće*, NN br. 47/2008.
18. Ministarstvo poljoprivrede RH: *Pravilnik o jestivim uljima i mastima*, NN br. 41/2012
19. Oluški V: *Prerada mesa*, Beograd, 1973.

20. Potparić M., Milosavljević Ž., Mrvoš N.: *Kvalitet mesa i proizvoda od mesa*, Beograd, 1975.
21. Primo-Martin, C., van de Pijpekamp, A., van Vliet, T., de Jongh, H.H.J., Plijter, J.J., Hamer, R.J. The role of the gluten network in the crispness of bread crust. *Journal of Cereal Science* 43:342-352, 2006.
22. Pomeranz, Y.: *Wheat chemistry and technology*, vol. 1 i 2, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 1988.
23. Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo. TIM ZIP d.o.o, Biblioteka Kruh za život, Zagreb, 2007.
24. Ugarčić-Hardi Ž: *Tehnologija tjestenine i keksa (interna skripta)*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 1999