Ispitivanje kvalitativnih parametara čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje

Farago, Nives

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:286070

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

Nives Farago

ISPITIVANJE KVALITATIVNIH PARAMETARA ČAJNOG PECIVA S DODATKOM POGAČE INDUSTRIJSKE KONOPLJE

DIPLOMSKI RAD

Osijek, lipanj, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno – tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za tehnologije prerade žitarica
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Prehrambeno inženjerstvo
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje i prerade brašna
Tema rada je prihvaćena na X. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno – tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2016./2017. održanoj 13. srpnja 2017.
Mentor: prof. dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić*
Pomoć pri izradi: *Ana Šušak,* dipl. ing., stručni suradnik

Ispitivanje kvalitativnih parametara čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje

Nives Farago, 389 – DI

Sažetak: Zadatak rada bio je odrediti utjecaj dodatka različitih udjela pogače industrijske konoplje (20 %, 40 % i 60 %) pšeničnom brašnu pri ispitivanju kvalitativnih svojstava čajnog peciva. Čajno pecivo proizvedeno je prema standardnoj AACC (engl. *American Association of Cereal Chemists*) metodi 10 – 50D. U uzorcima čajnog peciva analizirani su slijedeći parametri: udio i aktivitet vode, specifični volumen pomoću laserskog skener uređaja Volscan Profiler, boja površine čajnog peciva pomoću uređaja Minolta Chroma Meter CR – 400, te tekstura uređajem TA.XT Plus. Povećanjem udjela dodatka pogače industrijske konoplje povećava se koeficijent širenja, dužina (neovisno o udjelu vode) te tvrdoća čajnog peciva, a smanjuje visina, udio vode, volumen te parametri boje (*L** i *b**) u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna.

Ključne riječi: kvalitativni parametri, čajno pecivo, pogača industrijske konoplje
Rad sadrži: 37 stranica
19 slika
0 tablica
0 priloga
24 literaturnih referenci
Jezik izvornika: hrvatski

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

1.	izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*	predsjednik
2.	prof. dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić*	član – mentor
3.	doc. dr. sc. *Jasmina Lukinac Čačić*	član
4.	prof. dr. sc. *Jurislav Babić*	zamjena člana

Datum obrane: 8. lipnja 2018.

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku (pdf formatu) pohranjen u Knjižnici Prehrambeno – tehnološkog fakuteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of food technology Osijek
Department of Food technologies
Subdepartment of Cereal technology
Franje Kuhača 20, HR – 31000 Osijek, Croatia

Graduate program of Food Engineering

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Technology of Flour Production and Processing
Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. X held on July 13, 2017.
Mentor: Daliborka Koceva Komlenić, PhD, prof.
Technical assistance: Ana Šušak, mag. Ing.

Testing Qualitative Parameters of Cookies with the Addition of Industrial Hemp Cake

Nives Farago, 389 – DI

Summary: The aim of this study was to determine the influence of the different share of industrial hemp cake (20, 40 and 60%) on wheat flour in the examination of the qualitative characteristics of cookies. Cookies were made according to the standard AACC (American Association of Cereal Chemists) method 10-50D. Water content and water activity, specific volume (using the laser scanner Volscan Profiler), colour surface (using the Minolta Chroma Meter CR-400), and the texture (using TA.XT Plus texture analyser) of cookies. By increasing the share of industrial hemp cake adds, the coefficient of expansion, length (independent of water content) and hardness of the cookies increases, while the height, water content, volume and colour parameters (*L ** and *b *)* decrease with respect to wheat flour.

Key words: qualitative parameters, cookies, industrial hemp cake

Thesis contains: 37 pages
19 figures
0 tables
0 supplements
24 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1. *Marko Jukić*, PhD, associate prof. — chair person
2. *Daliborka Koceva Komlenić*, PhD, prof. — supervisor
3. *Jasmina Lukinac Čačić*, PhD, assistant prof. — member
4. *Jurislav Babić*, PhD, prof. — stand – in

Defense date: June 8, 2018.

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

Popis oznaka, kratica i simbola

PTF	Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
AACC	American Association of Cereal Chemists
NN	Narodne novine
THC	tetrahidrokanabinol
SP	koeficijent širenja čajnog peciva
PB	pšenično brašno
pK20	čajno pecivo s dodatkom 20 % pogače industrijske konoplje
pk40	čajno pecivo s dodatkom 40 % pogače industrijske konoplje
pK60	čajno pecivo s dodatkom 60 % pogače industrijske konoplje
sW	standardno vlažan zamjes (dodatak vode prilikom zamjesa prema standardnoj AACC metodi 10-50D - 7,11 % na brašno)
pW	zamjes s dodatkom 10 % više vode na brašno u odnosu na standardni zamjes prema AACC metodi 10-50D (dodatak 9,20 % vode na brašno)
mW	zamjes s dodatkom 20 % više vode na brašno u odnosu na standardni zamjes prema AACC metodi 10-50D (dodatak 11,30 % vode na brašno)
LSD test	test najmanje značajne razlike (engl. *Least significant difference*)

Sadržaj

1. UVOD ... 1

2. TEORIJSKI DIO ... 2

2.1. ČAJNO PECIVO ... 3

2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA ... 4

2.2.1. Pšenično brašno ... 4

2.2.2. Šećer ... 5

2.2.3. Masnoće ... 6

2.2.4. Sredstva za aeraciju (narastanje) ... 7

2.2.5. Voda ... 7

2.3. INDUSTRIJSKA KONOPLJA ... 8

2.4. PROCES PROIZVODNJE ČAJNOG PECIVA ... 9

2.4.1. Priprema sirovina ... 9

2.4.2. Odvaga i zamjes tijesta ... 9

2.4.3. Oblikovanje ... 10

2.4.4. Pečenje ... 11

2.4.5. Hlađenje ... 11

2.4.6. Pakiranje i skladištenje ... 12

3. EKSPERIMENTALNI DIO ... 13

3.1. ZADATAK ... 14

3.2. MATERIJALI ... 14

3.3. METODE ... 14

3.3.1. Priprema uzoraka čajnog peciva ... 14

3.3.2. Određivanje dužine i visine čajnog peciva ... 15

3.3.3. Određivanje vode u čajnom pecivu ... 15

3.3.4. Određivanje volumena čajnog peciva ... 16

3.3.5. Određivanje teksture ... 16

3.3.6. Određivanje boje ... 17

4. REZULTATI I RASPRAVA ... 19

4.1. REZULTATI MJERENJA DUŽINE I VISINE ČAJNOG PECIVA ... 20

4.2. REZULTATI ODREĐIVANJA UDJELA VODE ... 25

4.3. REZULTATI ODREĐIVANJA VOLUMENA ČAJNOG PECIVA ... 27

4.4. REZULTATI ODREĐIVANJA STRUKTURE ČAJNOG PECIVA S DODATKOM POGAČE INDUSTRIJSKE KONOPLJE ... 28

4.5. REZULTATI MJERENJA PARAMETARA BOJE UZORAKA ČAJNOG PECIVA S DODATKOM POGAČE INDUSTRIJSKE KONOPLJE ... 30

5. ZAKLJUČCI..... 33
6. LITERATURA 35

1. UVOD

Pravilnikom o žitaricama i proizvodima od žitarica (Pravilnik, 81/2016), Zakona o hrani (NN broj 117/03, 130/03, 48/04), definirani su fini pekarski proizvodi kao proizvodi specifičnih senzorskih svojstava proizvedeni različitim tehnološkim procesima, a sastoje se od mlinskih proizvoda, šećera, masti ili ulja i drugih sastojaka kojima se ističe njihova specifičnost. Istim Pravilnikom definirano je čajno pecivo kao proizvod dobiven pečenjem oblikovanog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masti ili ulja i najviše 5 % vode, računato na ukupnu masu gotovog proizvoda.

Parametre kvalitete finih pekarskih i srodnih proizvoda možemo podijeliti na unutarnje i vanjske. Unutarnji su miris i okus, tekstura, struktura i prijelom, a vanjski boja površine, izgled i oblik.

U radu je kao dodatak pri proizvodnji čajnog peciva od pšeničnog brašna korištena pogača industrijske konoplje kao nusproizvod koji nastaje prešanjem sjemenki biljke industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.). Sjemenke industrijske konoplje, a time i pogača od tih sjemenki bogata je mineralima, osobito fosforom, cinkom, kalcijem, kalijem, magnezijem, sumporom, željezom te sadrži vitamine A, B1, B2, B3, B6, D i E u lako probavljivom obliku. (Brckan i Katić, 2013; Latif i Anwar, 2009)

Cilj ovog rada bilo je mjerenje, uspoređivanje i analiza čajnog peciva s dodatkom različitih udjela pogače industrijske konoplje koja ostaje kao nusproizvod nakon prešanja pri proizvodnji ulja. Dodatni parametar koji je praćen u analizama bio je povišeni udio vode u zamjesu tijesta za čajno pecivo. Dobiveni rezultati uspoređivani su s rezultatima dobivenim kod zamjesa sa standardnim udjelom vode prema AACC metodi za ispitivanje kvalitete brašna čajnog peciva (AACC 10-50D, 2000). Praćeni su parametri dužine, visine, udjela vode, boje čajnog peciva, specifičnog volumena, te teksture.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. ČAJNO PECIVO

Čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masti ili ulja i najviše 5 % vode, računato na ukupnu masu gotovog proizvoda.

1. Prema udjelu masnoće, čajna peciva mogu se svrstati u tri kvalitetne skupine:
    a) desertna čajna peciva s najmanje 20 % masnoće računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode,
    b) čajna peciva prve kvalitete s najmanje 15 % masnoće računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode,
    c) čajna peciva druge kvalitete s najmanje 10 % masnoće računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode.

2. Prema sastavu i svojstvima sirovina, te prema načinu obrade i oblikovanja, čajna peciva dijelimo na:
    a) prešano
    b) sječeno
    c) oblikovano (formirano)
    d) istisnuto (dresirano) (Gavrilović, 2011.).

3. Prema tvrdoći zamjes može biti:
    a) tvrdi zamjes tijesta koji ima veći udio vode i relativno malo masnoće i šećera. Tijesto je tvrdo, čvrsto i rastezljivo (može se rastezati, a da ne dođe odmah do pucanja)
    b) meki zamjes tijesta sadrži relativno visoke udjele masnoće i šećera, a manji udio vode. Takvo tijesto lako puca što znači da mu je rastezljivost mala. (Manley, 2000)

Oprema koja se koristi za proizvodnju čajnog peciva prilagođena je tipu tijesta, odgovarajućem obliku pojedinačnog čajnog peciva, te razvijanju strukture proizvoda. (Manley, 2000.).

Punjena čajna peciva su proizvodi dobiveni stavljanjem mase za punjenje između dva čajna peciva (udio mase za punjenje treba biti najmanje 15 %).

Slika 1 Čajno pecivo s dodatkom pogače industrijske konoplje

2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA

Kod proizvodnje finih pekarskih proizvoda, pa tako i kod proizvodnje čajnog peciva, razlikujemo osnovne i dodatne sirovine. U osnovne sirovine ubrajaju se mlinski proizvodi, šećer, masnoće (shortening) i voda. Mlinski proizvodi su: namjensko pšenično brašno (bijelo, polubijelo ili crno), integralno pšenično brašno, pšenična klica, pšenične posije, zobeno brašno, zobene pahuljice, kukuruzno brašno, kukuruzne pahuljice, raženo brašno, rižino brašno, krispi od riže i slični proizvodi.

U dodatne sirovine ubrajaju se: boje, emulgatori, jaja i prerađevine od jaja, kakao prah i čokolada, konzervansi, med, mlijeko i mliječne prerađevine, prehrambene kiseline, sjemenke, sredstva za aromatizaciju, sredstva za narastanje (aeraciju), sladno brašno i sladni ekstrakt, sol, voće, začini.

O recepturi čajnog peciva ovisi izbor sirovina upotrijebljenih u proizvodnji. Na tržištu postoji širok izbor čajnih peciva, npr. čajno pecivo s dodacima, čajno pecivo s preljevima od kakaa, čokolade ili šećernim preljevima. (Manley, 2000.).

2.2.1. Pšenično brašno

Svaka podskupina čajnog peciva zahtjeva određen tip brašna. Za prešano i oblikovano čajno pecivo ćemo upotrijebiti poluoštro brašno, dok ćemo za sječeno upotrijebiti oštro, a za dresirano čajno pecivo potrebno je glatko brašno. Izbor brašna ovisi o načinu mehaničke obrade, te sirovinskom sastavu tijesta. (Gavrilović, 2011).

Uz zadane uvjete proizvodnje, kvalitetu brašna definiramo kao sposobnost proizvodnje zadovoljavajućih finalnih proizvoda pod prihvatljivim financijskim uvjetima.

Prema Pravilniku o žitaricama i proizvodima od žitarica brašno se ubraja u mlinske proizvode, a mlinski proizvodi se dobivaju od očišćenih, oljuštenih i pripremljenih žitarica, postupcima usitnjavanja, odnosno mljevenja i njihovog razvrstavanja (Pravilnik 81/2016).

Botanički se pšenica svrstava u porodicu trava (*Poaceae*), rod *Triticum*.

Prema Pravilniku, mlinski proizvodi od pšenice proizvode se mljevenjem:

- krušne pšenice (*Triticum aestivum*),
- tvrde pšenice (*Triticum durum*),
- krupnika/pira (*Triticum aestivum ssp. spelta*) i
- khorasana (*Triticum turgidum ssp. turanicum*). (Pravilnik 81/2016).

Pšenično brašno, pšenična krupica i pšenična prekrupa su proizvodi koji se dobivaju mljevenjem endosperma pšenice nakon izdvajanja usplođa i klice. (Pravilnik, 81/2016)

Pri proizvodnji keksa, čajnih peciva, kolača, vafla, dakle većine proizvoda iz kategorije „fini pekarski proizvodi“, a koji se proizvode u keksarskoj industriji, uglavnom se koriste brašna slabih pšenica koja sadrže ispod 10 % proteina.

2.2.2. Šećer

Prema kemijskom sastavu, konzumni bijeli šećer (saharoza) sastoji se od 99,8 % saharoze, 0,15 % pepela i do 0,02 % vode. Uloga šećera u proizvodnji finih pekarskih proizvoda u keksarskoj industriji je višestruka: šećer daje okus slatkoće, utječe na viskoznost tijesta, teksturu i strukturu. Količina šećera direktno utječe na hrskavost, boju, volumen, tvrdoću keksa, te naročito na čvrstoću koja se smanjuje linearno s povećanjem udjela saharoze. Ovo svojstvo povezujemo s reologijom tijesta, jer svaki gram otopljene saharoze u gramu vode povećava volumen otopine za 0,66 mL (Bram i sur., 2009). U zamjesu saharoza ima ulogu smanjenja osmotske aktivnosti vode pri čemu se tijesto sporije oblikuje i gluten sporije bubri. (Ehrlinger i Willeke, 2010)

Osim saharoze, u proizvodnji finih pekarskih proizvoda koriste se i ostali šećeri, naročito fruktoza te glukoza, ali i zamjenski šećeri kao izomalt, sorbitol, manitol, ksilitol.

2.2.3. Masnoće

Masti su proizvodi dobiveni odgovarajućim tehnološkim postupcima od ulja i masti biljnog podrijetla ili ulja i masti životinjskog podrijetla. (Pravilnik 41/2012)

Obzirom na porijeklo, masnoće mogu biti:

a) biljnog (dobivene od ulja i masti postupkom rafinacije, hidrogeniranja, te ostalim odgovarajućim tehnološkim postupcima)
b) životinjskog podrijetla (svinjska mast, domaća svinjska mast, goveđi loj).

Obzirom na kemijski sastav, masnoće mogu biti:

a) tvrde (masti),
b) tekuće (ulja),
c) masnoće mazive konzistencije.

U kemijskom sastavu ulja prevladavaju nezasićene masne kiseline (poput oleinske), dok u mastima prevladavaju zasićene masne kiseline (kao što su palmitinska i stearinska).

U tijestu su masnoće raspoređene u tankim slojevima, te su preko svojih hidrofobnih veza povezane s hidrofobnim vezama proteina brašna. Prirodni polarni lipidi brašna ulaze u interakciju s polarnim lipidima masti i zajednički tvore lipoproteine, koji su odgovorni za plastično – elastična i elastično – plastična svojstva tijesta. Preko svojih svojstava plastičnosti i sposobnosti apsorpcije mjehurića zraka masnoće reguliraju kako će se tijesto ponašati. Masnoće smanjuju skupljanje tijesta tijekom mehaničke obrade smanjujući napone koji dovode do deformacije oblikovanog komada tijesta. Masnoće u zamjesu čine da tijesto bude mekše konzistencije, kojem je potrebno uložiti manje energije, te se tijesto mehanički lakše obrađuje. (Gavrilović, 2011.). Plastična svojstva pecivih masti imaju važnu funkciju tijekom zamjesa tijesta. Čvrsta faza triglicerida ima utjecaj na smanjenu čvrstoću strukturalne organizacije kompleksa glutena, dok tekuća faza utječe na pokretljivost tijesta. Redoslijed dodavanja vode i masti u zamjes od velike je važnosti. Utvrđeno je da istovremeno dodavanje vode i masti doprinosi optimalnom razvoju tijesta, jer se masnoća raspoređuje oko čestica brašna i tako omogućuje vodi pristup i hidratizaciju škroba i proteina. Porastom temperature tijekom zamjesa, dio masti, s obzirom na svoja plastična svojstva, sporo prelazi u tekuću fazu što povoljno utječe na proces hidratacije. Međutim, ako mast nije dovoljno plastična, ona se otapa i raspoređuje se po površini čestica brašna u obliku masne opne. Na taj način sprječava kontakt vode s brašnom, zbog čega je bubrenje proteina glutena usporeno. Masnoća se u tijestu nalazi u dodiru s enzimima brašna, kiselinama, sredstvima za

narastanje, drugim sirovinama i vodom. Zbog toga je tijesto sredina u kojoj može doći do kemijske promjene masti procesima hidrolize ili oksidacije. Posljedica tih interakcija je kvarenje masti, odnosno proizvoda, čajnog peciva. Da bi se spriječilo kvarenje, masnoća treba imati zahtjevanu stabilnost i sposobnost održivosti tijekom čitavog tehnološkog procesa proizvodnje i trajnosti čajnih peciva. (Gavrilović, 2011, Ehrlinger i Willeke, 2010).

Najpopularnija masnoća upotrebljavana u keksarstvu je maslac, dok se biljna mast najviše koristi.

2.2.4. Sredstva za aeraciju (narastanje)

U proizvodnji finih pekarskih proizvoda aeracija se može provoditi pomoću biokemijskih i kemijskih sredstava ili mehaničkim putem. Biokemijsko sredstvo za narastanje (biološki postupak aeracije) je pekarski kvasac *Saccharomyces cerevisiae*. Najčešće upotrebljavana kemijska sredstva su amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat (soda bikarbona). Natrijev hidrogenkarbonat je kristaličan prah koji se lako otapa u vodi, bijele boje je, slabo alkalno – slanog okusa i slabog mirisa. Pri temperaturi od 90 °C razlaže se na natrijev karbonat, vodu i ugljikov dioksid, koji ima utjecaj na formiranje strukture prilikom pečenja. Dodaje se tijestu za proizvodnu pojedinih finih pekarskih proizvoda u količini 2 – 6 g/kg brašna (Bode i sur., 2007). Osim što ima ulogu kao sredstvo za narastanje tijesta, natrijev hidrogenkarbonat mijenja pH sredine tijesta (pH = 7 – 9), sprječava ljepljivost tijesta i omogućuje stanjivanje tijesta prilikom mehaničke obrade.

$$2\ NaHCO_3 \xrightarrow{\text{toplina}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

2.2.5. Voda

Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, voda je definirana kao 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 (Pravilnik, 47/2008). Voda se u tijestu nalazi u slobodnom i vezanom obliku. Udio slobodne vode regulira viskoelastična svojstva tijesta, dok se vezana voda nalazi u sastavu glutena preko polarnih grupa proteina brašna, te u obliku kapilarne vode koju prima škrob. Bubrenje proteina glutena odvija se tijekom zamjesa sve dok se ne postigne ravnoteža između osmotskog tlaka i tlaka između micela glutena. Proteini glutena stvaraju prostornu molekulsku rešetku ispunjenu suspenzijom hidratiziranog škroba. Masti i šećer limitiraju količinu vode utječući na promjenu osmotskog tlaka i na predviđenu konzistenciju

tijesta. Brašno je, pri određenom sirovinskom sastavu, sposobno stvoriti tijesto s minimalnim udjelom vode većim od vrijednosti za moć upijanja vode brašna. (Gavrilović, 2011, Ehrlinger i Willeke, 2010)

2.3. INDUSTRIJSKA KONOPLJA

Industrijska konoplja (Cannabis sativa L.) je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka koja podrijetlom iz ravnice središnje Azije, oko Aralskog i Kaspijskog jezera (Mandekić, 1946). Uzgoj konoplje i razvoj kudeljarstva u Hrvatskoj započinje krajem 19., odnosno početkom 20. stoljeća najvećim dijelom na slavonskim seoskim imanjima kao jedna od važnijih sirovina za tkanine, užad, mreže, oprema konja i vojnika. Najstariji poznati dokument o uporabi konoplje u medicini i prehrani potječe od prije 4500 godina iz Kine.

Danas na području Europske unije dozvoljen je uzgoj kultivara s udjelom THC-a (tetrahidrokanabinola) nižim od 0,2 %. U Hrvatskoj zakonski akti strogo propisuju kontrolu uzgoja industrijske konoplje (Zakon 107/2001) i to isključivo za proizvodnju sjemenki i proizvoda od industrijske konoplje (ulje i pogača). U svim industrijskim granama konoplja ima jako široku primjenu. Postoji podatak da se od cijele biljke konoplje može izraditi više od 25000 različitih proizvoda (Aladić, 2015). Sastav masnih kiselina konopljino ulje svrstava se u skupinu najkvalitetnijih jestivih ulja u kojem dominiraju linolna, oleinska, α-linolenska i palmitinska kiselina (Bernji i sur., 2005). Kao nusproizvod, nakon procesa proizvodnje ulja prešanjem, nastaje pogača koja se koristi kao kvalitetna stočna hrana. Suha tvar pogače konoplje ima prosječno 44 % ugljikohidrata, 32.7 % proteina, 9.9 % vlage, 6.4 % pepela i istu nutritivnu vrijednost kao i pogača uljane repice. (Eriksson, 2007). Pogača konoplje je lako probavljiva, sadrži visoko kvalitetne proteine s esencijalnim aminokiselinama, prehrambena vlakna, te minerale. (Aladić, 2015). Na slici 2 prikazan je izgled čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske pogače.

Slika 2 Uzorci čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje 20 %, 40 % i 60 %

2.4. PROCES PROIZVODNJE ČAJNOG PECIVA

2.4.1. Priprema sirovina

Brašno u skladište pogona keksarske industrije dovozi kamion – cisternama rinfuzno i smješta ga se u silos za brašno ili se doprema u vrećama od 50 kg koje se odlažu u podno skladište. Prije punjenja u silose važno je brašno prosijati preko sita s magnetom iz dva razloga:

1. u brašno se ugrađuju mjehurići zraka, čime ono postaje rastresito i pogodno za zamjes,
2. uklanjaju se eventualne primjese (plastika, papir, a posebice metalne primjese). (Gavrilović, 2011)

Prije procesa odvage i zamjesa brašno se još jednom prosijava iz već navedenih razloga. Ovisno o proizvodu koji se proizvodi, koristi se kristal-šećer ili šećer u prahu. Šećer u prahu je pogodniji u proizvodnji nekih vrsta čajnog peciva, jer se lakše i potpunije otapa u tijestu i ne osjeti se u gotovom proizvodu, pa se konzumni šećer melje do veličine čestica ispod 0,1 mm. Kondicioniranje masti se odvija 24 sata pri sobnoj temperaturi.

2.4.2. Odvaga i zamjes tijesta

Sirovine se za zamjes važu prema recepturi. Ovisno o izvedbi pogona za proizvodnju finih pekarskih proizvoda, brašno, šećer i voda se mogu dodavati direktno preko automatske ili poluautomatske vage i dozirnog automata. Ostale sirovine ručno se važu i dodaju u zamjes. Količina odvaganih sirovina čine jednu šaržu koja ovisi o kapacitetu mjesilice.

Sirovine se u mjesilicu mogu dodavati na dva načina: jednofazno ili dvofazno. Kod jednofaznog postupka sve se sirovine u mjesilicu dodaju istovremeno, na početku, dok kod dvofaznog postupka prvo se dodaju voda, šećer, masnoće i ostali dodaci, osim brašna. Nakon što se izmiješaju dodaje se dio brašna, otopina sredstva za rahljenje, te ostatak brašna. Dvofaznim postupkom se najčešće priprema tijesto za sječeno i dresirano, a jednofaznim tijesto za oblikovano i rezano čajno pecivo. Parametri koji utječu na vrijeme miješanja zamjesa su: granulacija brašna, temperatura sirovina, konzistencija masti, veličina čestica šećera te vrsta mjesilice. Kako bi se odredila količina vode potrebne za zamjes, mora se znati konačni udio vlage tijesta nakon zamjesa, sirovinski sastav proizvoda i udio vlage u svakoj sirovini. Vlaga tijesta u sječenom čajnom pecivu kreće se od 20 do 24 %, oblikovanom od 14 do 16 %, rezanom od 18 do 26 %, a dresiranom od 16 do 26 %. (Gavrilović, 2011).

2.4.3. Oblikovanje

O vrsti čajnog peciva ovisi kakvo će biti oblikovanje koje kod nekih vrsta čajnog peciva slijedi odmah nakon zamjesa. Takva su oblikovana i istisnuta čajna peciva.

Kod oblikovanog čajnog peciva tijesto dolazi iz dozirnog koša do valjaka, od kojih je jedan formirajući valjak s udubljenim formama, a drugi rebrasti i služi za utiskivanje tijesta. Tijesto se puni u udubljenu formu formirajućeg valjka, dok ga drugi, rebrasti, valjak dobro utisne u kalup. Oblikovano tijesto pomoću podtlaka se prebacuje na transportnu traku nakon što se valjci dodirnu s transportnom trakom.

Kod istisnutog čajnog peciva tijesto izlazi iz dozatora u kojem ga potiskuju dva rebrasta valjka kroz volumne dozatore. Zbog djelovanja valjaka i gravitacije, tjestena se masa istiskuje na trakasti transporter.

Kod prešanog čajnog peciva tijesto se poslije propuštanja kroz kalup određenog oblika transportnom trakom transportira do noža koji ga zasijeca na određenu dužinu.

Tijesto rezanog čajnog peciva oblikuje se propuštanjem kroz kalup slobodnim padom, spušta se na transportnu traku i reže pomoću zategnute žice. (Gavrilović, 2011).

2.4.4. Pečenje

Pečenje počinje zagrijavanjem oblikovanog tijesta, a praćeno je izlaskom vode procesom isparavanja preko površine, zajedno sa nastalim plinovima i zračnim mjehurićima. Isparavanje se može podijeliti u tri faze. Tijekom prve i dijela druge faze izlaze vodena para i plinovi nastali zagrijavanjem sredstava za narastanjem preko površine čajnog peciva. Isparavanje se nastavlja u drugom dijelu druge i u trećoj fazi. Tijekom tehnološkog postupka pečenja nastaju fizikalno – kemijske i koloidne promjene tijesta kojim na kraju dobijemo finalni proizvod određene kvalitete. Fizikalno – kemijske promjene uključuju promjenu izgleda i dimenzija, dok se istovremeno formiraju struktura, aromatična svojstva, boja i okus.

Oblikovano tijesto čajnog peciva, ovisno o vrsti, peče se prosječno od 5 do 10 minuta, pri temperaturama od 190 do 220 °C.(Gavrilović, 2011.)

2.4.5. Hlađenje

Hlađenje počinje odmah nakon što pečeni komadi tijesta izađu iz peći. Karakterizira ga smanjenje temperature i povećanje čvrstoće čajnog peciva, a nastavlja se sve dok se proizvod ne ohladi na sobnu temperaturu, između 18 i 22 °C. Hlađenje se može provesti na tri načina: prirodnim, umjetnim ili kombiniranim putem. Provodi li se proces hlađenja prirodnim putem izbjeći će se nagle fluktuacije temperature koje vode do pucanja proizvoda. Dužina transportne trake kojom proizvod putuje treba biti dva puta dulja nego od duljine peći. Umjetno hlađenje odvija se strujanjem zraka pomoću ventilatora brzinom od 3 do 4 m/s. (Gavrliović, 2011.)

Brzina izmjene topline u svim slojevima čajnog peciva se izjednačava na kraju hlađenja i apsorpcija vlage se prekida. Čajno pecivo se nalazi u ravnotežnom stanju u kojem je njegova temperatura izjednačena s temperaturom okoline i uspostavljena je ravnotežna vlaga koja se kreće od 3 do 5 %.

Tijekom procesa hlađenja dolazi do promjene pojedinih sastojaka i fizikalnih svojstava keksa: gluten očvršćava i postaje nositelj stukture; masnoća također očvršćava i utječe na plastično – elastična svojstva proizvoda. Šećer otopljen tijekom faze pečenja, sporo kristalizira i stvara mikrokristale koji se ugrađuju u strukturu čajnog peciva, te utječe na povećanje sjaja površine i čvrstoće proizvoda. Udio, kao i međusobni odnos masnoće i šećera, definiraju teksturu, sjaj, drobljivost, čvrstoću i osobine pri žvakanju finalnog proizvoda.

2.4.6. Pakiranje i skladištenje

Pakiranje i skladištenje su posljednji koraci u procesu proizvodnje čajnog peciva. Nakon hlađenja peciva se automatski ili ručno pakiraju u ambalažu nepropusnu za vlagu (celofan, polipropilenske folije, različite laminirane folije), kutije i transportnu ambalažu za transport i skladištenje. Ambalaža štiti proizvod od utjecaja svjetlosti, vlage, stranih mirisa i djelovanja štetnika.

Uvjeti skladišta, kao što su temperatura i vlaga, moraju biti konstantni. Skladište treba biti dobro izolirano sa svih strana s osiguranom cirkulacijom zraka, ponekad i klimatizacijom. (Manley, D., 1998)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak rada je odrediti utjecaj dodatka različitih udjela pogače industrijske konoplje (20, 40 i 60 %) pšeničnom brašnu pri ispitivanju kvalitativnih svojstava čajnog peciva. Čajno pecivo pripremljeno je prema standardnoj AACC metodi 10-50D (AACC, 2000). Uzorcima čajnog peciva analizirana je dužina, visina, udio vode, specifični volumen pomoću laserskog skenera uređaja Volscan Profiler, boja čajnog peciva pomoću uređaja Minolta Chroma Meter CR-400, te tekstura uređajem TA.XT Plus.

3.2. MATERIJALI

- bijelo pšenično brašno Tena T-550
- pogača industrijske konoplje, nusproizvod dobiven prešanjem sjemenki konoplje u svrhu dobijanja ulja
- kristal šećer, Kandit Premier
- Otopina glukoze (otopina glukoze: 8,9 g glukoze otopljena u 150 cm3 destilirane vode)
- margarin, Zvijezda
- destilirana voda
- natrijev klorid, NaCl
- natrijev hidrogenkarbonat, NaHCO3

3.3. METODE

3.3.1. Priprema uzoraka čajnog peciva

Sirovine se odvažu na tehničkoj laboratorijskoj vagi prema recepturi AACC metode 10-50D (AACC, 2000).

Zamjes se provodi žičanim mutilicama u posudi električnog miksera (Gorenje MMC800W, Slovenija). U posudu miksera stavi se odvagan margarin i šećer saharoza. Zatim se doda kuhinjska sol, NaCl i sredstvo za rahljenje (narastanje, aeraciju), natrijev hidrogenkarbonat ($NaHCO_3$). Nakon 3 minute, doda se otopina glukoze i destilirana voda te se nastavi s miješanjem brzinom 1 tijekom jedne minutu, a potom još jednu minutu brzinom 2. Zatim se doda ukupna količina brašna (ili brašna i usitnjene pogače industrijske konoplje), te se sadržaj nastavi miješati dvije minute brzinom jedan pri čemu je potrebno svakih trideset sekundi sastrugati zaostale sastojke sa stjenke posude. Dobiveno tijesto ručno se premijesi i okruglo oblikuje te stavi u PVC vrećicu pa u hladnjak pri 8 °C tijekom 30 minuta. Nakon

hlađenja, tijesto se razvalja valjkom za tijesto na debljinu 7 mm u dva poteza valjka za tijesto (naprijed - nazad) te se izrežu okrugli oblici promjera 60 mm (≈27g).

Oblikovano tijesto peče se 10 minuta pri temperaturi od 205 °C.

3.3.2. Određivanje dužine i visine čajnog peciva

Nakon pečenja čajno pecivo je potrebno ohladiti 30 minuta pri sobnoj temperaturi, izvagati te izmjeriti dužinu (poslagati 6 komada peciva 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, CF (AACC, 2000), računa se koeficijent širenja (SP, engl. *spread factor*) prema formuli:

$$SP = d/h \cdot CF \cdot 10$$

3.3.3. Određivanje vode u čajnom pecivu

Udio vode u čajnom pecivu određuje se sušenjem uzorka u točno definiranim uvjetima. Razlika na gubitku mase, izražen u postotcima, određuje udio vode u uzorku.

U prethodno osušenu i odvaganu aluminijsku posudicu s poklopcem odvaže se oko 3 g pripremljenog uzorka (izmrvljen u tankom sloju) i suši u sušioniku zagrijanom na 130 °C. Poklopac se ostavi pored posudice. Sušenje traje 90 min ili dok se ne postigne konstantna masa. Zatvorene posudice s uzorkom hlade se u eksikatoru, te nakon 30 min važu.

Udio vode u uzorku tijesta, te u uzorcima nakon pečenja , određuje se prema formuli

$$w_v = ((m_0 - m_1)/m_0) \cdot 100$$

m_0 – masa uzorka prije sušenja [g]

m_1 – masa uzorka nakon sušenja [g]

w_v – udio vode [%]

Slika 3 Laboratorijski sušionik

3.3.4. Određivanje volumena čajnog peciva

Volumen čajnog peciva mjerio se na uređaju Volscan Profiler (Stable Micro Systems, UK) laserom koji na osnovu skeniranja čajnog peciva mjeri volumen s test vremenom 90 s. Uređaj također omogućava brzu trodimenzionalnu digitalizaciju čajnog peciva.

Slika 4 Volscan Profiler, uređaj za mjerenje volumena

3.3.5. Određivanje teksture

Teksturu čajnog peciva mjerio je uređaj TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK).

Dobiveni podaci su analizirani pomoću Texture Exponent 32 softvera (verzija 3.0.5.0.) koji putem krivulje prezentira kompresiju uzorka u određenom vremenu. Teksturu čajnog peciva odredili smo putem dobivenih vrijednosti za tvrdoću i lomljivost. Podvrgavanjem kompresiji vršena je analiza uzoraka čajnog peciva savijanjem/lomljenjem. Uzorci se fiksiraju na bazu s prorezom i presijecaju pomoću noža koji uzorak savija/lomi.

Ispitivanje se provodi prema sljedećim parametrima:

- brzina prije mjerenja: 1 mm/s
- brzina mjerenja: 3 mm/s
- brzina poslije mjerenja: 10 mm/s
- dubina prodiranja: 5 mm
- sila potrebna za početni signal: 50 g
- razmak između dva oslonca 50 mm

Lomljivost definiramo pomoću udaljenosti (mm) koju sonda prolazi od trenutka dodira čajnog peciva do trenutka pucanja uzorka čajnog peciva.

Slika 5 TA.XT Plus, uređaj za određivanje teksture

3.3.6. Određivanje boje

Boja tijesta i pečenih uzoraka čajnog peciva mjerena je pomoću kolorimetra Konica Minolta Chroma Meter CR-400. Uređaj se sastoji od mjerne glave s otvorom mjernog promjera 8 mm

kroz koji pulsirajuća ksenonska lampa baca difuzno svjetlo okomito na površinu uzorka. Reflektirana svjetlost s površine uzorka detektira se pomoću šest osjetljivih silikonskih fotoćelija. Uređaj omogućuje rad u različitim mjernim sustavima (XYZ, Yxz, CIEL*a*b*, HunterLab, L*C*h, itd.)

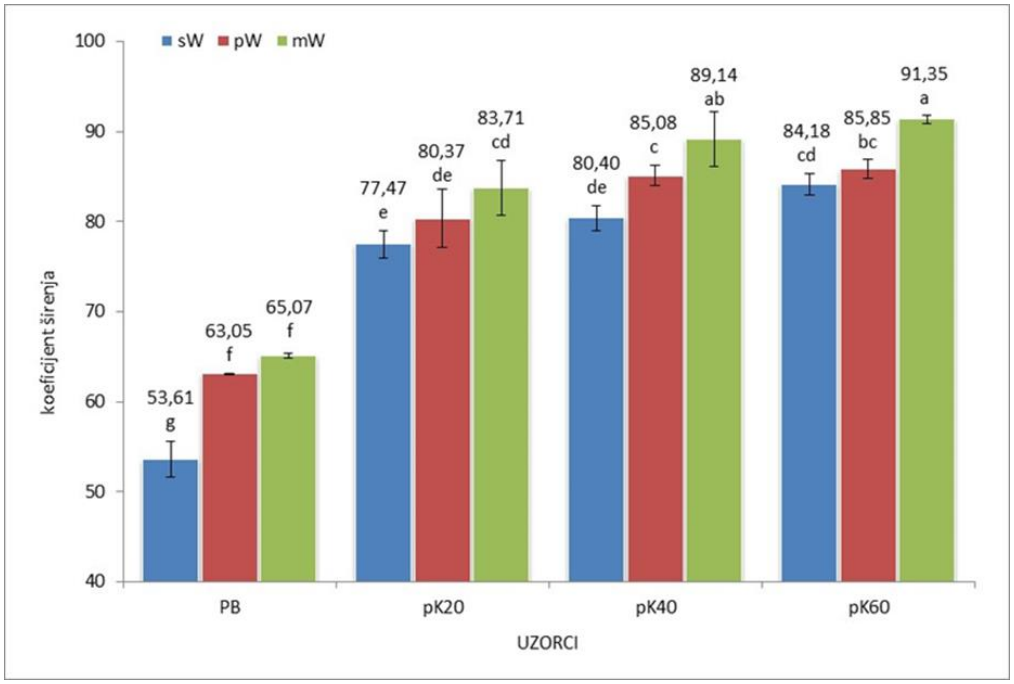
Primjena kolorimetra tijekom mjerenja boje uzoraka čajnog peciva temelji se na mjerenju reflektirane svjetlosti s površine osvjetljenog uzorka. Neposredno prije svakog mjerenja instrument je potrebno kalibrirati pomoću standardne bijele keramičke pločice (CR – A43). Boja je mjerena na površini uzoraka čajnog peciva, te na usitnjenim uzorcima. Određena boja je definirana određenim mjestom u CIEL*a*b* prostoru boja. Trodimenzionalni prostor predstavljaju tri međusobno okomite osi koje su označene kao L*, a* i b*:

- *L** koordinata svjetline s podjelom od 0 (crna) do 100 (bijela),
- *a** koordinata obojenja 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 tj. vektorom žute boje, +*b** (eng. *yellowness*) i vektorom komplementarne plave boje, -*b** (engl. *blueness*).

Slika 6 Konica Minolta Chroma Meter CR-400, kolorimetar

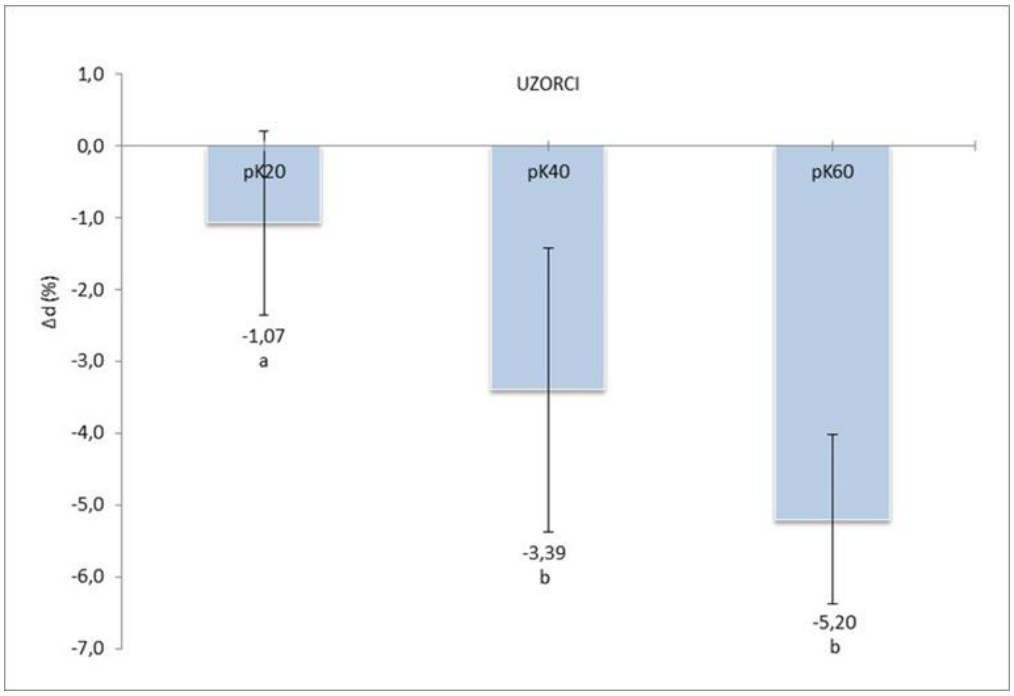
4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. REZULTATI MJERENJA DUŽINE I VISINE ČAJNOG PECIVA



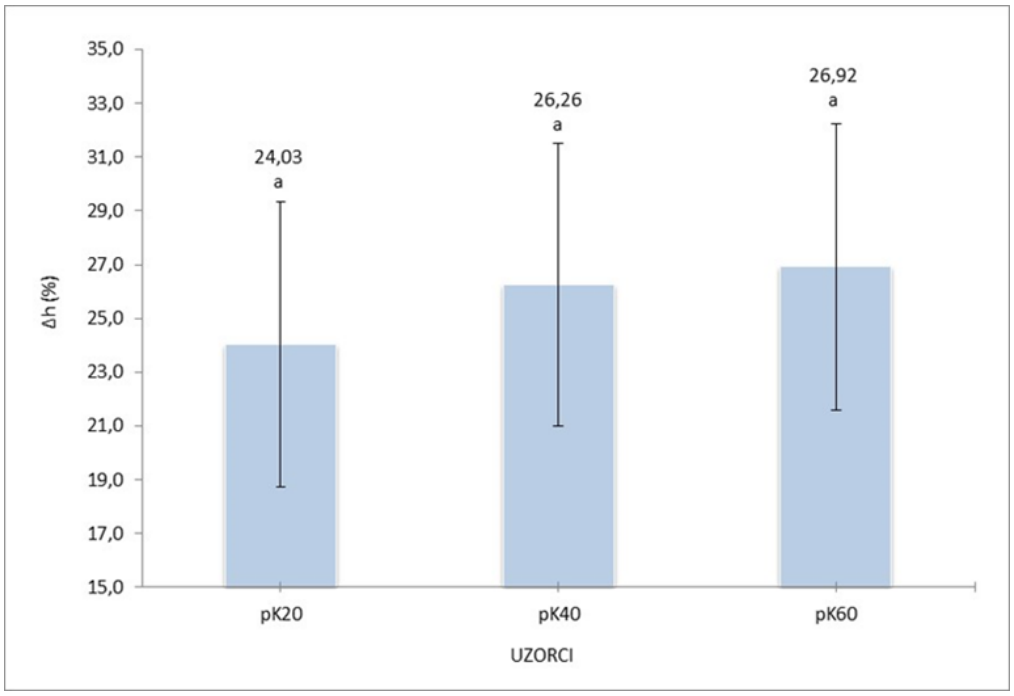
Slika 7 Koeficijent širenja čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s dodatkom pogače industrijske konoplje u različitim udjelima (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod varijacije udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

Na slici 7 prikazani su rezultati izračuna koeficijenta širenja čajnog peciva koji se povećava s povećanjem udjela dodatka pogače industrijske konoplje i s povećanjem udjela vode u zamjesu. Promjena je statistički značajna ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike između uzoraka čajnog peciva od pšeničnog brašna te uzoraka čajnog peciva s dodatkom različitih udjela pogače industrijske konoplje pri istoj vlažnosti zamjesa tijesta.



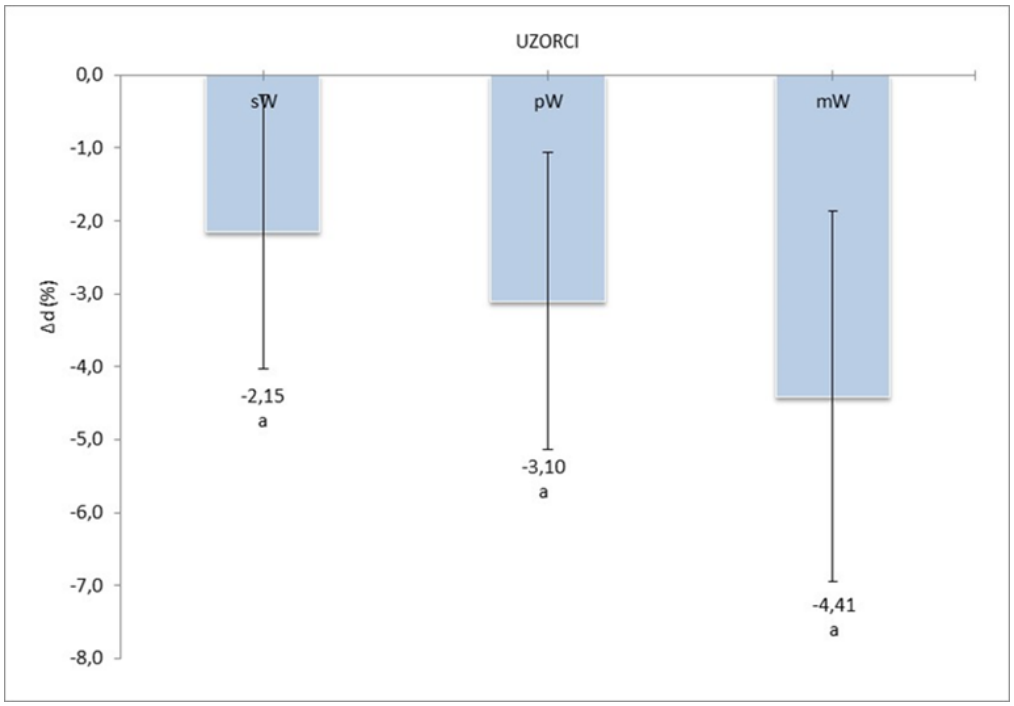
Slika 8 Rezultati povećanja dužine čajnog peciva s promjenom udjela pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pK40 – 40 % i pK60 – 60 %), bez obzira na udio vode, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna

Rezultati izračuna povećanja dužine čajnog peciva s dodatkom različitih udjela pogače industrijske konoplje prikazani su na slici 8 i pokazuju kako s povećanjem udjela pogače industrijske konoplje u zamjesu tijesta za čajno pecivo dolazi do povećanja dužine čajnog peciva, bez obzira na udjel vode u zamjesu. Tako je čajno pecivo od pšeničnog brašna za 1,07 % manje dužine u odnosu na čajno pecivo s 20 % dodatka pogače industrijske konoplje i ta je promjena pokazala statistički značajnu razliku ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike u odnosu na čajna peciva s dodatkom 40 % i 60 % pogače industrijske konoplje. Čajna peciva s dodatkom 40 % i 60 % pogače industrijske konoplje su za 3,39 %, odnosno za 5,20 % kraća od čajnog peciva od pšeničnog brašna, a između tih uzoraka s dodatkom pogače industrijske konoplje 40 % i 60 % nema statistički značajne razlike ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike, bez obzira na različite udjele vode u zamjesu tijesta.



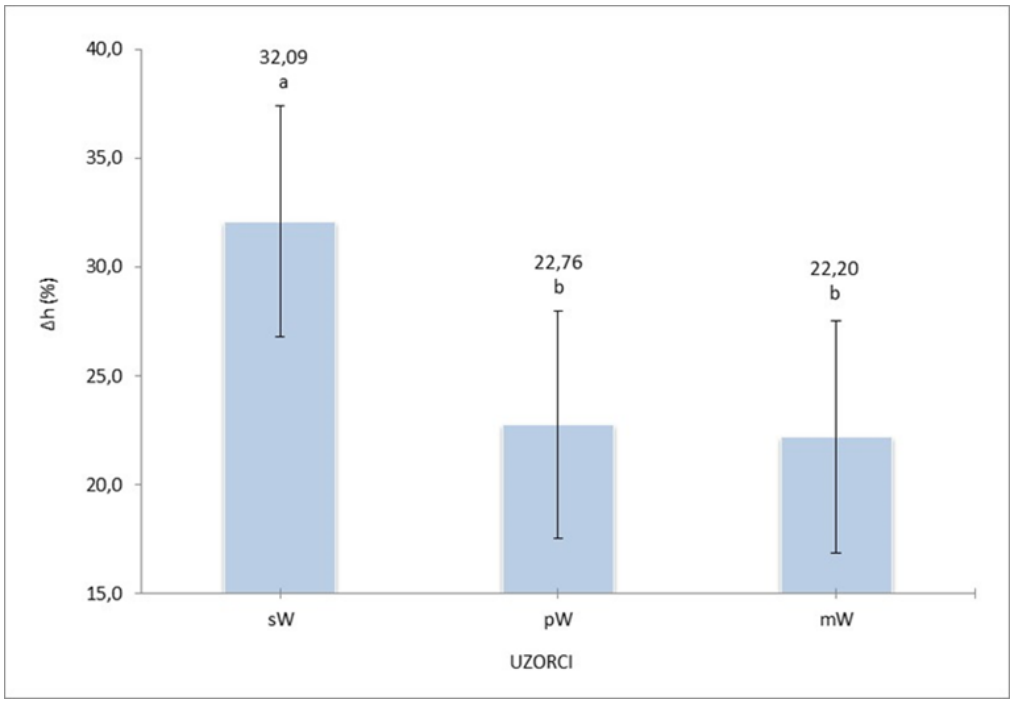
Slika 9 Rezultati smanjenja visine čajnog peciva s promjenom udjela pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pK40 – 40 % i pK60 – 60 %), bez obzira na udio vode, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna

Visina uzorka čajnog peciva (slika 9) se smanjuje s povećanjem udjela pogače industrijske konoplje u zamjesu, bez obzira na udio vode, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna. Visina uzoraka čajnog peciva od pšeničnog brašna je 24,03 % veća nego visina čajnog peciva s dodatkom 20 % industrijske konoplje. Također, uzorci čajnog peciva s dodatkom 40 % i 60 % pogače industrijske konoplje su za 26 %, odnosno 26,92 % niži od uzoraka čajnog peciva od pšeničnog brašna, bez obzira na udio vode u zamjesu. Međutim, međusobno između rezultata smanjenja visine uzoraka čajnog peciva s različitim udjelima pogače industrijske konoplje u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna, bez obzira na udio vode u zamjesu, nema statistički značajne razlike ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike.



Slika 10 Rezultati povećanja dužine čajnog peciva s promjenom udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes), bez obzira na udio dodatka pogače industrijske konoplje, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna

Dužina uzorka čajnog peciva se povećava s povećanjem udjela dodane vode u zamjes tijesta, bez obzira na udio dodane pogače industrijske konoplje, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna. Tako je čajno pecivo od pšeničnog brašna kraće od 2,15 % pa do 4,41 % obzirom na rast udjela vode u zamjesu od 7,11 % do 11,30 % kod čajnog peciva s različitim udjelima industrijske pogače. Međusobno, promjena dužine čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje između uzoraka s različitim udjelima vode u zamjesu, a u odnosu na uzorke od pšeničnog brašna, nije statistički značajna ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike (slika 10).

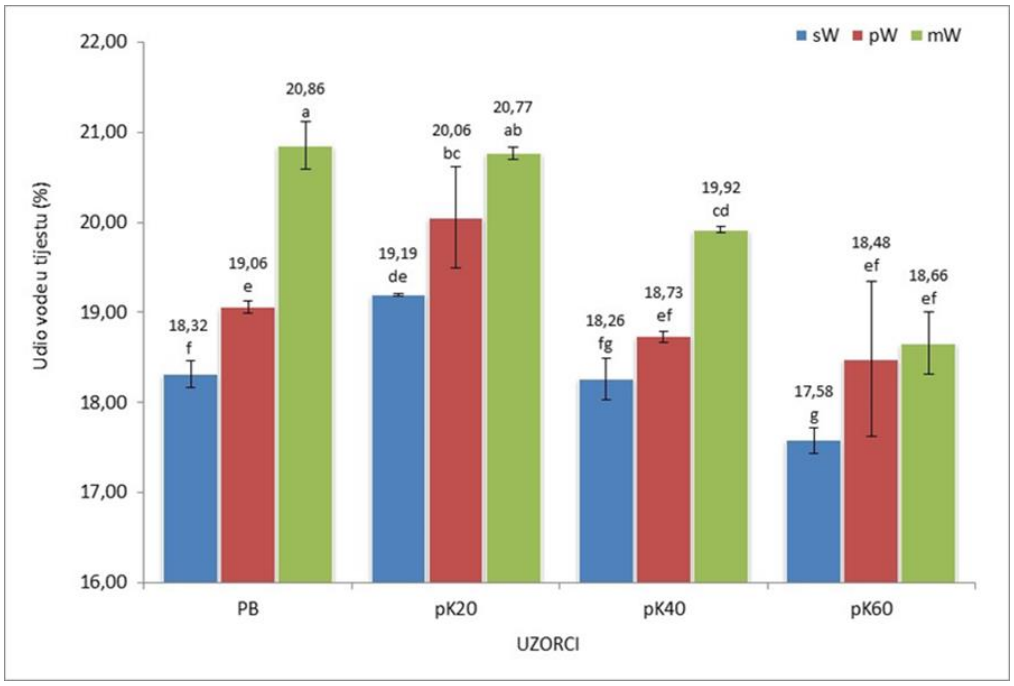


Slika 11 Rezultati smanjenja visine čajnog peciva s promjenom udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes), bez obzira na udio dodatka pogače industrijske konoplje, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna

Na slici 11 prikazani su rezultati smanjenja visine čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje, u odnosu na uzorke od pšeničnog brašna, a obzirom na udio vode u zamjesu tijesta.

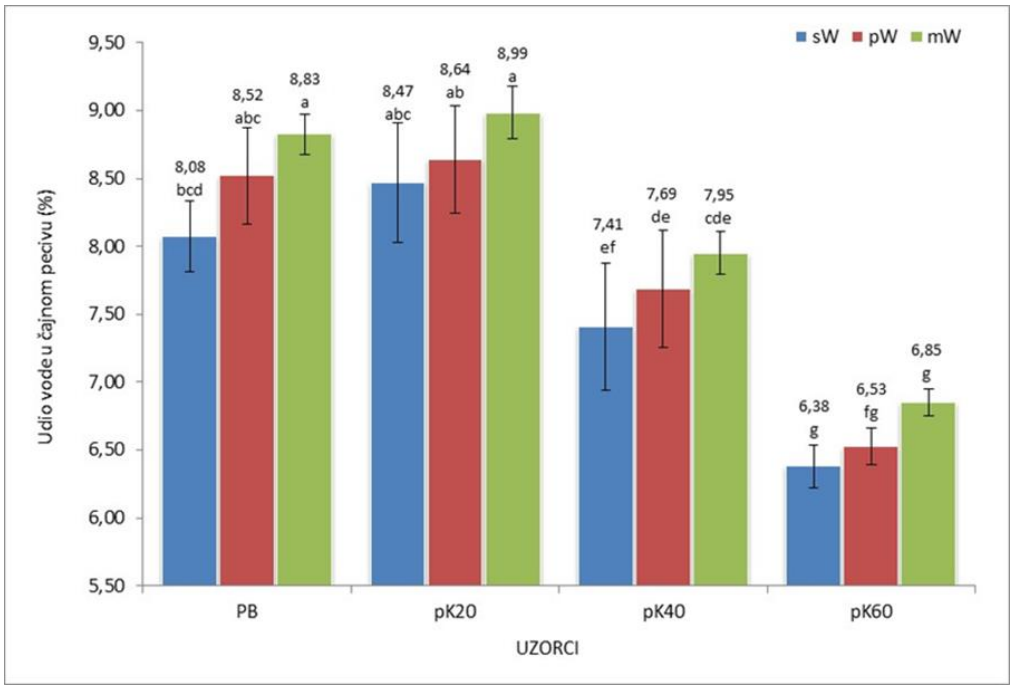
Visina uzorka čajnog peciva s dodatkom najnižeg ispitivanog udjela vode u zamjesu tijesta za čajno pecivo (7,11 %) pokazala je značajno smanjenje (32,9 %) u odnosu na čajno pecivo s istim udjelom vode, a od pšeničnog brašna. To smanjenje je statistički značajno različito značajna ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike od smanjenja visine čajnog peciva s većim dodatkom vode (9,20 % i 11,30 %), bez obzira na udio dodatka pogače industrijske konoplje.

4.2. REZULTATI ODREĐIVANJA UDJELA VODE



Slika 12 Udio vode u tijestu za čajno pecivo od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

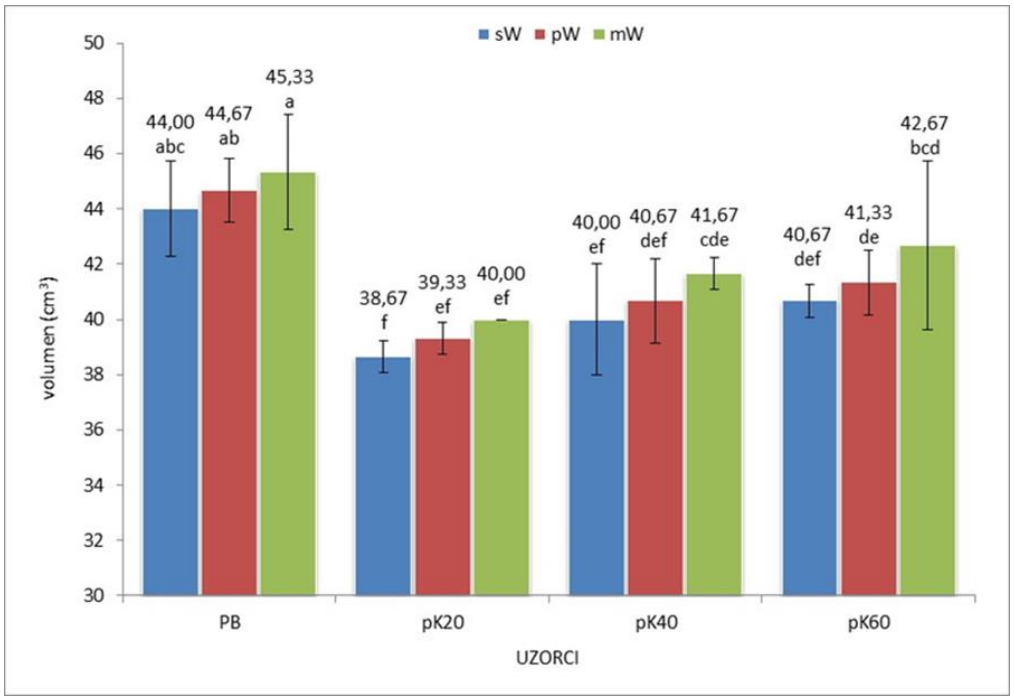
Na slici 12 prikazane su vrijednosti određivanja udjela vode u tijestu za čajno pecivo od pšeničnog brašna te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje i različitim udjelima vode u zamjesu tijesta. Obzirom na dobivene rezultate statističke analize, ne može se utvrditi neki trend kretanja udjela vode u zamjesu tijesta za čajno pecivo. Moguće je uočiti smanjenje udjela vode u zamjesu tijesta za čajno pecivo od pšeničnog brašna u odnosu na tijesto za čajno pecivo s dodatkom 40 % i 60 % pogače industrijske konoplje, ali ta promjena kod nekih uzoraka s različitim udjelima vode jest (PB – sW i pK60 – sW, PB – mW i pK40 – mW te PB – mW i pK60 – mW), a kod nekih uzoraka nije (PB – sW i pK40 – sW, PB – pW i pK40 – pW te PB – pW i pK60 – pW) statistički značajno različita ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike. Kod uzoraka s dodatkom pogače industrijske konoplje udio vode u tijestu opada s porastom udjela pogače industrijske konoplje.



Slika 13 Udio vode u čajnom pecivu od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes).

Rezultati određivanja udjela vode u ispitivanim uzorcima čajnog peciva prikazani su na slici 13 i pokazuju kako udio vode u čajnom pecivu od pšeničnog brašna te u čajnom pecivu s dodatkom 20 % pogače industrijske konoplje nije statistički značajno različit ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike. Povećanjem udjela pogače industrijske konoplje na 40 % i 60 % udio vode u čajnom pecivu se smanjuje i u odnosu na uzorke čajnog peciva od pšeničnog brašna to smanjenje je statistički značajno različito ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike.

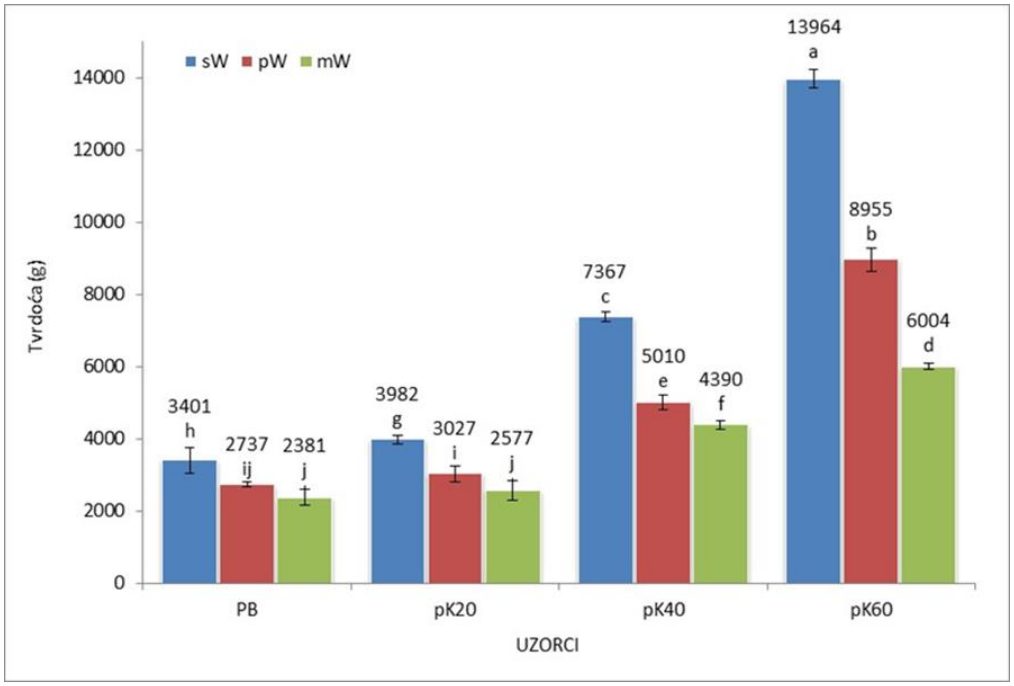
4.3. REZULTATI ODREĐIVANJA VOLUMENA ČAJNOG PECIVA



Slika 14 Volumen čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

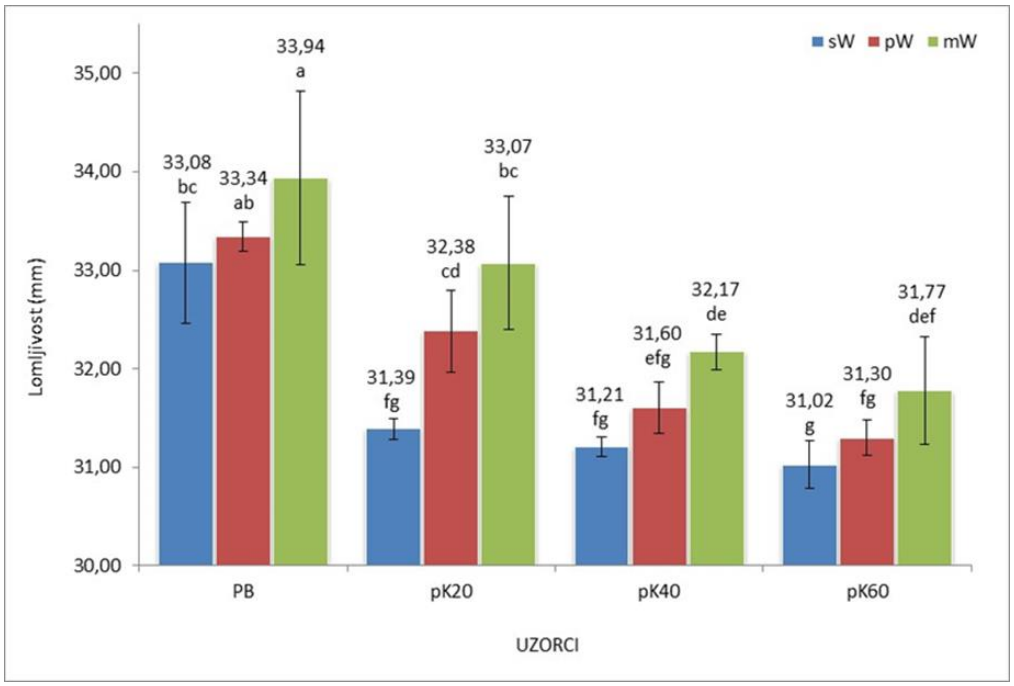
Na slici 14 vidljivo je kako čajno pecivo s najnižim ispitivanim udjelom pogače industrijske konoplje (20 %) ima najmanji volumen. Volumen čajnog peciva raste s povećanjem udjela vode u zamjesu te se povećanjem udjela pogače industrijske konoplje. Najveći volumen imali su uzorci od pšeničnog brašna te između tog kontrolnog uzorka i uzoraka čajnog peciva s različitim udjelima pogače industrijske konoplje postoji statistički značajna razlika u volumenu ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike. Prosječno, čajno pecivo od pšeničnog brašna ima oko 12 % veći volumen od čajnog peciva s 20 % pogače industrijske konoplje, oko 9 % veći volumen od čajnog peciva s 40 % pogače industrijske konoplje i oko 7 % veći volumen od čajnog peciva sa 60 % pogače industrijske konoplje. Međusobno, unutar jedne skupine uzoraka (čajno pecivo od pšeničnog brašna, s dodatkom 20, 40 i 60 % pogače industrijske konoplje) nema statistički značajne razlike ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike obzirom na različite udjele dodane vode u tijesto za zamjes.

4.4. REZULTATI ODREĐIVANJA STRUKTURE ČAJNOG PECIVA S DODATKOM POGAČE INDUSTRIJSKE KONOPLJE



Slika 15 Tvrdoća čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW –7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

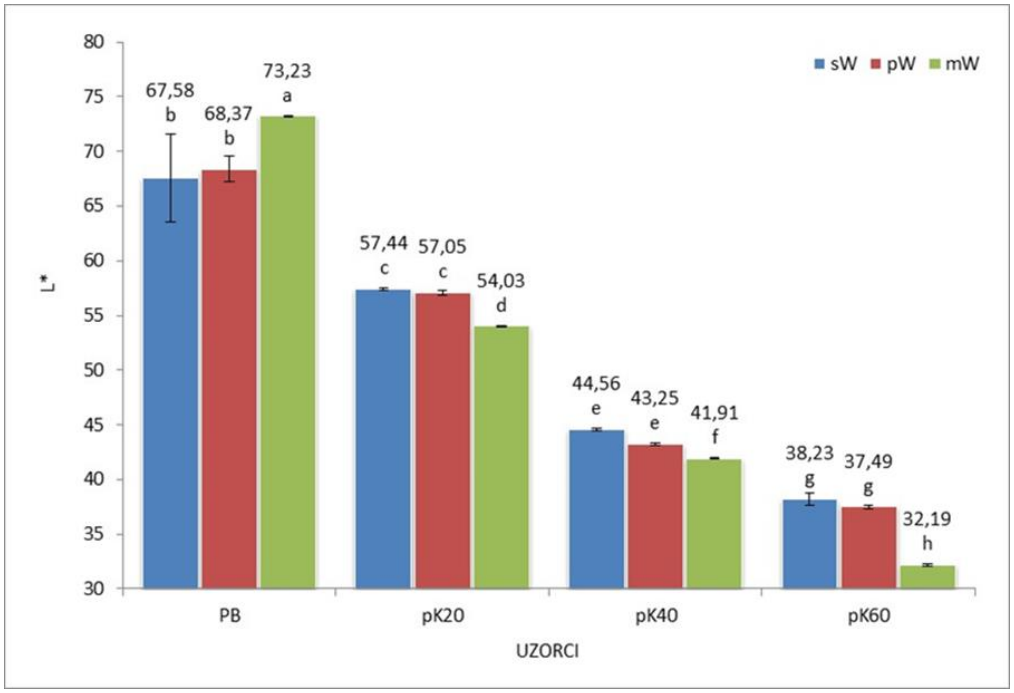
Na slici 15 prikazani su rezultati određivanja tvrdoće ispitivanih uzoraka čajnog peciva. Vidljivo je kako se tvrdoća čajnog peciva povećava povećanjem udjela dodane pogače industrijske konoplje, ali se istovremeno smanjuje povećanjem udjela dodane vode dodane u zamjes tijesta (7,11 %, 9,20 % i 11,30 %) i to smanjenje tvrdoće unutar jedne serije uzoraka (PB, pK20, pK40 i pK60) je statistički značajno različito ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike. Povećanje tvrdoće čajnog peciva s dodatkom 40 i 60 % pogače industrijske konoplje je statistički značajno različito ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike u odnosu na uzorke čajnog peciva od pšeničnog brašna.



Slika 16 Lomljivost čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes

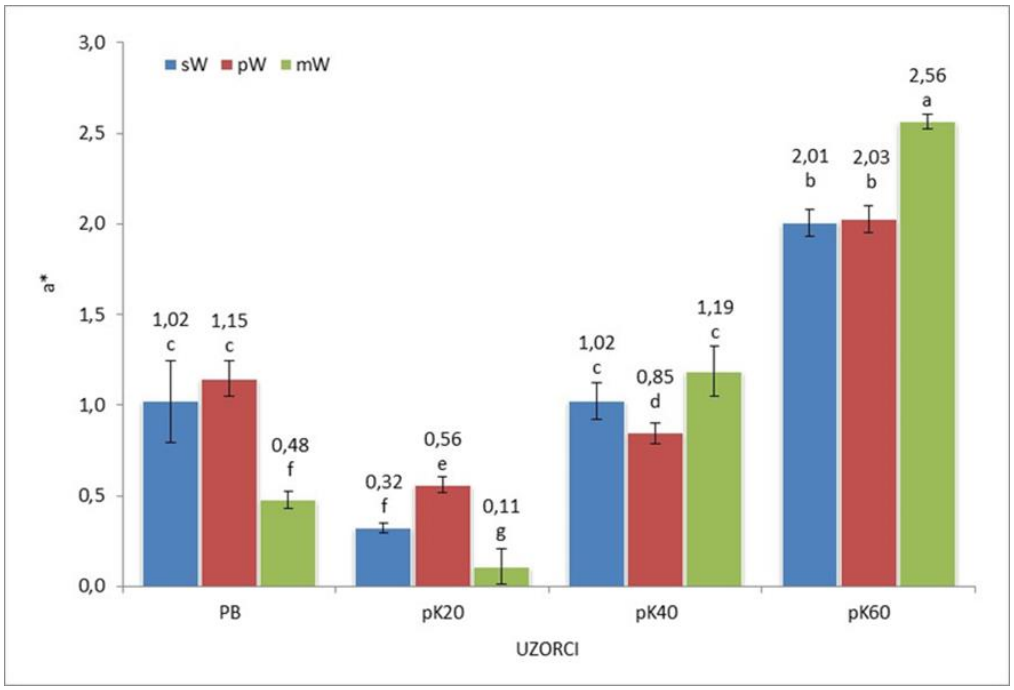
Lomljivost čajnog peciva s dodatkom različitih udjela industrijske pogače i kontrolnog uzorka od pšeničnog brašna prikazana je slikom 16. Lomljivost čajnog peciva raste s porastom udjela vode u zamjesu tijesta unutar iste serije uzoraka (PB, pK20, pK40, pK60). Lomljivost čajnog peciva opada od kontrolnog uzorka od pšeničnog brašna pa do uzorka sa 60 % pogače industrijske konoplje, tj. opada s rastom udjela industrijske konoplje. Tako su najveće vrijednosti lomljivosti imali uzorci od pšeničnog brašna i te su vrijednosti statistički značajno veće ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike od vrijednosti lomljivosti uzoraka s dodatkom različitih udjela pogače industrijske konoplje.

4.5. REZULTATI MJERENJA PARAMETARA BOJE UZORAKA ČAJNOG PECIVA S DODATKOM POGAČE INDUSTRIJSKE KONOPLJE



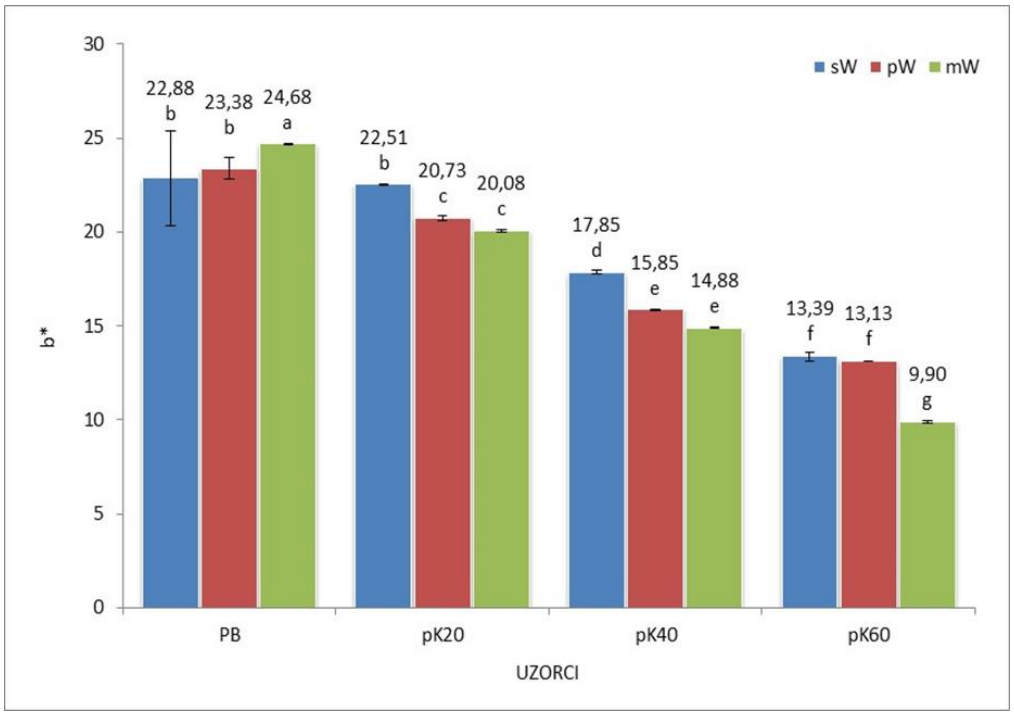
Slika 17 Vrijednosti svjetline usitnjenog čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod variranih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

Slika 17 prikazuju vrijednosti svjetline *L** usitnjenog čajnog peciva. Vidljivo je da svjetlina usitnjenog čajnog peciva opada s povećanjem udjelom pogače industrijske konoplje u zamjesu tijesta za čajno pecivo (uzorak je tamniji) te da je ta promjena statistički značajna ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike.



Slika 18 Vrijednosti kromatske komponente crveno – zelene boje *a** usitnjenog čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

Vrijednosti kromatske komponente *a** (domena crveno – zelene boje) ispitivanih uzoraka usitnjenog čajnog peciva prikazane su na slici 18. Obzirom na dobivene rezultate vidljivo je da povećanjem udjela pogače industrijske konoplje, rastu vrijednosti kromatske komponente *a**, odnosno pri većim udjelima dodatka pogače konoplje uzorci su više u domeni crvene boje.



Slika 19 Vrijednosti kromatske komponente žuto – plave boje *b** usitnjenog čajnog peciva od pšeničnog brašna (PB) te s različitim udjelima pogače industrijske konoplje (pK20 – 20 %, pk40 – 40 % i pK60 – 60 %) kod mijenjanih udjela dodane vode u zamjes tijesta (sW – 7,11 %, pW – 9,20 % i mW – 11,30 % dodatka vode u zamjes)

Na slici 19 prikazane su vrijednosti kromatske komponente boje žuto – plavo, *b** ispitivanih usitnjenih uzoraka čajnog peciva. Rezultati su pokazali kako vrijednost kromatske komponente boje *b** opada s porastom udjela pogače od industrijske konoplje i ta je promjena statistički značajna ($p<0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike između uzoraka usitnjenog čajnog peciva od pšeničnog brašna i uzoraka usitnjenog čajnog peciva s dodatkom 40 i 60 % pogače industrijske konoplje. Također, opadanje vrijednosti kromatske komponente *b** je statistički značajno između usitnjenih uzoraka čajnog peciva s različitim udjelima pogače industrijske konoplje.

5. ZAKLJUČCI

Nakon obrade podataka dobivenih tijekom izrade ovog diplomskog rada, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

Koeficijent širenja čajnog peciva se povećava s povećanjem udjela dodatka pogače industrijske konoplje i s povećanjem udjela vode u zamjesu.

Povećanjem udjela pogače industrijske konoplje u zamjesu tijesta za čajno pecivo dolazi do povećanja dužine čajnog peciva u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna, bez obzira na udjel vode u zamjesu. Također, dužina uzorka čajnog peciva se povećava s povećanjem udjela dodane vode u zamjes tijesta, bez obzira na udio dodane pogače industrijske konoplje, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna.

Visina uzorka čajnog peciva se smanjuje povećanjem udjela pogače industrijske konoplje u zamjesu, bez obzira na udio vode, a u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna. Isto tako u odnosu na uzorke od pšeničnog brašna smanjuje se visina čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje obzirom na udio vode u zamjesu tijesta.

Porastom udjela pogače industrijske konoplje udio vode u čajnom pecivu se smanjuje.

Volumen čajnog peciva s dodanom pogačom industrijske konoplje manji je nego volumen čajnog peciva od pšeničnog brašna.

Tvrdoća čajnog peciva s dodanom pogačom industrijske konoplje raste porastom udjela pogače, a lomljivost opada.

Dodatak pogače industrijske konoplje utjecao je na promjenu svjetline uzoraka čajnog peciva te su uzorci čajnog peciva s dodatkom pogače industrijske konoplje bili su tamniji u odnosu na uzorke od pšeničnog brašna. Vrijednosti svjetline opadale su proporcionalno povećanju udjela dodatka pogače industrijske konoplje.

6. LITERATURA

AACC 10-50D, Baking Quality of Cookie Flour, Approved Methods of the Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, MN, 2000.

Aladić K: Optimizacija procesa ekstrakcije konopljinog (Cannabis sativa L.) ulja superkritičnim CO2 iz pogače nakon hladnog prešanja. Doktorska disertacija. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015.

Barnes P. J.: Lipids in cereal technology. Academic Press Inc. LTD, London, 1983.

Bernji J, Dimić E, Romanić R: Konoplja-potencijalna sirovina za hladno ceđena ulja. U Zbornik radova 46. savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica sa međunarodnim učešćem, str. 127-137. Tehnološki fakultet Novi Sad, Petrovac na moru, 2005.

Bode, J., Boje, R., Both, G., Brose, E., Fecke, H.-C., Hisserich, D, Kniel, B., Meyer, B., Nitsche, G., Plasch, G., Wassermann, L. i Wettig R. Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo, prijevod: Klarić, F., TIM-ZIP, Zagreb, 2007.

Brckan J., Katić M.: Utjecaj parametara proizvodnje na kemijski sastav nerafiniranih ulja konoplje. Rad za rektorovu nagradu. Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zagreb, 2013.

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

Đaković Lj.: Pšenično brašno. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1997.

Ehrlinger, A., i Willeke, S. Priručnik o pekarstvu i slastičarstvu. Prijevod s njemačkog: Klarić, F. TIM-ZIP, Zagreb, 2010.

Eriksson M: Hempseed cake as a protein feed for growing cattle. Department of Animal Environment and Health, Swedish University, 2007.

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

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

Latif S, Anwar F: Physicochemical studies of hemp (Cannabis sativa) seed oil using enzymeassisted cold-pressing. European Journal of Lipid Science and Technology, 111:1042–1048, 2009.

Mandekić V.: Konoplja i lan. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 1946.

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

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

Pravilnik žitaricama i proizvodima od žitarica, Ministarstvo poljoprivrede RH, Narodne novine 81/2016.

Pravilnik o jestivim uljima i mastima. Ministarstvo poljoprivrede RH,:Narodne novine 41/2012.

Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi RH: Narodne novine, 47/2008

Zakon o suzbijanju zlouporabe opojnih droga, Hrvatski sabor, Narodne novine 107/2001.

WEB (1): Volscan Prolfiler, uređaj za mjerenje volumena
http://spectrometertechnologies.com/product/volscan-profiler/
(datum pristupa: 23.05.2018.)

WEB (2): TA.XT Uređaj za određivanje teksture
https://www.stablemicrosystems.com/TAXTplus.html
(datum pristupa: 23.05.2018.)

WEB (3): Sterilizator
http://www.festta.hr/proizvod/sterilizator-suhi-tip-st-05/
(datum pristupa: 23.05.2018.)

WEB (4): Konica Minolta Chroma Meter CR-400, kolorimetar
https://www.konicaminolta.eu/en/measuring-instruments/products/colour-measurement/chroma-meters/cr-400-410/introduction.html
(datum pristupa: 23.05.2018.)