Utjecaj modifikacije metode ispitivanja retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima na predviđanje kvalitete čajnog peciva

Gligora, Kristina

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:109:438235

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek







SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Kristina Gligora

UTJECAJ MODIFIKACIJE METODE ISPITIVANJA RETENCIJSKE SPOSOBNOSTI BRAŠNA PREMA RAZLIČITIM OTAPALIMA NA PREDVIĐANJE KVALITETE ČAJNOG PECIVA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj, 2015

Temeljna dokumentacijska kartica
DIPLOMSKI RAD
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za tehnologije prerade žitarica
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda
Tema rada: je prihvaćena na IX. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 23. lipnja 2015.
Mentor: izv. prof. dr. sc. Marko Jukić

Utjecaj modifikacije metode ispitivanja retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima na predviđanje kvalitete čajnog peciva

Kristina Gligora, 215-DI

Sažetak: Sposobnost zadržavanja otapala (Solvent Retention Capacity – SRC) i sposobnost zadržavanja alkalne vodene otopine (Alkaline Water Retention Capacity – AWRC) su metode za ispitivanje kakvoće pšeničnog brašna kojima se mjeri sposobnost brašna da zadržava različite otopine nakon centrifugiranja suspenzije. Zadatak ovoga rada bilo je ispitivanje utjecaja korištenja različitih količina uzoraka (5 g, 1 g i 0,2 g) na predviđanje kvalitete čajnog peciva proizvedenih od pšeničnog brašna s dodatkom jabučnog i pivskog tropa i repinih rezanaca.
Utvrđene su značajne korelacije između podataka za sposobnost zadržavanja svih primijenjenih otopina bez obzira na upotrebljenu masu uzorka, a najbolji rezultati retencijske sposobnosti brašna dobiveni su na 5 g uzorcima. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da AWRC, SRC-H2O i SRC-Na2CO3 metode možemo koristiti za predviđanje volumena i širine čajnih peciva, SRC-saharoza metodu samo za predviđanje visine čajnih peciva, a SRC-MK metodu za predviđanje širine čajnih peciva.
Prema dobivenim rezultatima, SRC i AWC su pogodne metode za određivanje kvalitete pšeničnog brašna kada su nam potrebni brzi rezultati ili ako imamo malu količinu uzoraka.

Ključne riječi: čajno pecivo, retencijska sposobnost upijanja brašna, jabučni trop, pivski trop, repini rezanci

Rad sadrži:

36	Stranica
17	Slika
12	Tablica
15	Literaturnih referenci

Jezik izvornika : hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:
1. izv. prof. dr. sc. Daliborka Koceva Komlenić – predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Marko Jukić, član – mentor
3. izv. prof. dr. sc. Jurislav Babić– član
4. doc. dr. sc. Jasmina Lukinac Čačić – zamjena člana

Datum obrane: 17. srpnja, 2015

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 Osijek
Subdepartemt of Technology of production and processing of flour
Franje Kuhače 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Technology of pasta and biscuit production
Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. IX. held on June 23. 2015.
Mentor: Ph. D. Marko Jukić, associate prof.

Modification of solvent retention capacity test method and prediction of cookie quality

Kristina Gligora, 215-DI

Summary: Solvent Retention Capacity (SRC) and Alkaline Water Retention Capacity (AWRC) are used to determine flour capacity of holding different solutions after centrifugation. The aim of this study was to examine the impact of using different quantities of samples (5 g, 1 g and 0.2 g) to predict the quality of cookies produced from wheat flour with the addition of apple pomace, brewers' spent grains and sugar beet pulp.
There were significant correlations between all the applied solutions, regardless of the used mass of the sample, and the best results were obtained on 5 g samples. It can be concluded that AWRC, SRC-H_2O and SRC-Na_2CO_3 methods can be used to predict the volume and width of cookies, SRC-sucrose method for predicting the height, and SRC-MC method to predict the width of cookies.
According to the results, the SRC and AWRC are suitable methods for determining the quality of wheat flour when we need quick results or if you have a small amount of samples.

Key words: sugar snap cookies, retention capacity, sugar beet pulp, apple pomace, brewers spent grain

Thesis contains:

36	Pages
17	Figures
12	Tables
15	References

Original in: Croatian

Defense committee:
1. Ph. D. Daliborka Koceva Komlenić, associate prof.- chair person
2. Ph. D. Marko Jukić, associate prof. – supervisor
3. Ph. D Jurislav Babić, associate prof. – member
4. Ph. D Jasmina Lukinac Čačić, assistant prof. – stand in

Defense date: July, 17th 2015

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

Željela bih zahvaliti svojim roditeljima na bezgraničnoj ljubavi i potpori tijekom studiranja. Zahvaljujem svojim sestrama na pronalaženju pravih riječi i svim zagrljajima u trenucima kada su mi najviše trebali. Hvala vam što ste vjerovali u mene. Bez vas ovo ne bi bilo moguće.

Hvala mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Jukiću , dipl. ing. znan. novaku Indiri Kosović i dipl. ing. Anđi Kuleš na stručnim savjetima i pomoći prilikom izrade diplomskog rada.

Sadržaj

1.UVOD 1
2.TEORIJSKI DIO 3
2.1. PŠENIČNO BRAŠNO 4
2.1.1. Kemijski sastav pšeničnog zrna 4
2.2. PIVSKI TROP 8
2.3. JABUČNI TROP 8
2.4. REPINI REZANCI 9
2.5. AWRC 9
2.6. SRC 9
2.7. ČAJNO PECIVO 10
2.7.1. Priprema i pečenje keksa 10
3. EKSPERIMENTALNI DIO 12
3.1. ZADATAK 13
3.2. MATERIJALI 13
3.3. METODE 14
3.3.1. Određivanje udjela vode u brašnu standardnom metodom 14
3.3.2. AWRC i SRC 15
3.3.3. Proces proizvodnje čajnog peciva 18
4.REZULTATI I RASPRAVA 19
5.ZAKLJUČCI 32
6.LITERATURA 34

Popis oznaka, kratica i simbola

AACC	*American Association of Cereal Chemists*
AWRC	Retencijska sposobnost brašna prema otapalima (engl. *Alkaline water retention capacity*)
H_2O	Voda
JT	Jabučni trop
MK	Mliječna kiselina
$NaHCO_3$	Natrijev hidrogenkarbonat
$Na2CO_3$	Natrijev karbonat
PT	Pivski trop
RR	Repini rezanci
SRC	Retencijska sposobnost brašna prema alkalnoj vodenoj otopini (engl. *Solvent retention capacity*)

1.UVOD

Čajno pecivo je proizvod dobiven od brašna, šećera i masnoće. Kvaliteta brašna koje se koristi za proizvodnju čajnog peciva je od najveće važnosti. AWRC i SRC su metode ispitivanja kvalitete brašna i to ispitivanjem količine alkalne vode koju brašno zadržava nakon centrifuge. Kod SRC metode koriste se četiri otapala da bi dobili četiri retencijske vrijednosti : deionizirana voda, 5 % -tna otopina natrijevog karbonata, 50 %-tna otopina šećera i 5 %-tna otopina mliječne kiseline. Sposobnost zadržavanja mliječne kiseline vežemo za karakteristike glutenina, natrij karbonata za količinu oštećenog škroba, šećernu otopinu za svojstva pentozana dok se vodena otopina veže za sve navedene komponente brašna. Ove metode nam služe da bi predvidjeli kvalitativna svojstva brašna. Cilj ovoga rada bio je ispitati utjecaj modifikacije metode ispitivanja retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima na predviđanje kvalitativnih svojstava čajnog peciva.

2.TEORIJSKI DIO

2.1. PŠENIČNO BRAŠNO

Pšenično brašno je proizvod dobiven mljevenjem očišćene pšenice pri čemu se koriste odgovarajući uređaji da bi se dobilo što veće iskorištenje uz što manji utrošak energije. Kvaliteta brašna ovisi o kakvoći pšenice. Mljevenjem pšeničnog zrna odvaja se endosper od ljuske. Mljevenjem endosperma dobiva se brašno, a mljevenjem ljuske posije (Kljusurić, 2000.).

2.1.1. Kemijski sastav pšeničnog zrna

Kemijski sastav pšeničnog zrna ovisi o vrsti i sorti pšenice te o klimatskim uvjetima. Kemijski sastav zrna uvjetuje kemijski sastav različitih tipova pšeničnog brašna. Osnovne komponente brašna su proteini, škrob, celuloza, topljivi šećeri, pentozani, lipidi, mineralne tvari i voda. Brašno sadrži i enzime (proteaze, lipaze, oksidaze i dr.) i vitamine (tokoferoli, provitamin A, riboflavin, tijamin, nikotinska kiselina) (Đaković,1997.)

Tablica 1. Udio pojedinih komponenti u brašnu (Koehler i Wieser, 2013.)

Kemijski sastav	**%**
Proteini	11,3
Lipidi	1,8
Ugljikohidrati	59,4
Pepeo	1,7
Prehrambena vlakna	13,2
Vlaga	12,6

2.1.1.1. Proteini

Za kvalitetu brašna najvažnija je proteinska komponenta (Kljusurić, 2000.). Proteini su polimeri sastavljeni od aminokiselina međusobno povezanih peptidnim vezama. Većinom su sastavljeni od dvadeset aminokiselina poredanih različitim redosljedom, pri čemu dobivamo proteine različitih svojstava. Mogu imati primarnu, sekundarnu i tercijarnu strukturu. Veze unutar proteina mogu biti kovalentne ili nekovalentne. U kovalentne veze spadaju peptidne veze unutar peptidnog lanca i između peptidnih lanaca i disulfidne veze unutar istog ili izmedu dva peptidna lanca. Disulfidne veze su odgovore za čvrstoću tijesta te ne pucaju pri sobnoj temperature. Čvrstoća tijesta može se smanjiti dodatkom cisteina pri čemu pucaju S-S veze i omogućavaju sposobnost tečenja tijesta. Viskoznost tijesta je proporcionalna količini SH-grupa. Dodatkom oksidacijskih i redukcijskih sredstava može se djelovati na povecanje SH- ili S-S grupa. U nekovalentne veze spadaju ionske, vodikove i Van der Waalsove veze koje su puno slabije od kovalentnih veza. Posebna grupa veza izmedu molekula proteina su hidrofobne veze za koje je karakteristično da nastaju izmedu nepolamih grupa (Ugarčić-Hardi, 1999.).

S obzirom na topljivost proteini se dijele u četiri skupine (Ugarčić-Hardi, 1999.):

- Albumini - proteini topljivi u vodi. Njihova topljivost ne zavisi o koncentraciji soli u otopini, a koaguliraju na povišenoj temperaturi.
- Globulini - proteini netopljivi u čistoj vodi, ali topljivi u razrjeđenim otopinama soli i netopljivi u koncentriranim otopinama soli.
- Glijadini (prolamini) - proteini topljivi u 70 % alkohola
- Glutenini (glutelini) — proteini topljivi u razrjedenim kiselinama i lužinama

Glijadini i glutenini su rezervni proteini žitarica i nalaze se isključivo u endospermu. Po količini su glavne bjelančevine pšenice (oko 75 %). Zbog svojih svojstava bubrenja omogućuju da se iz pšeničnog brašna može umijesiti tijesto, pri čemu oni bezvodnog stanja u brašnu prelaze u hidratizirano stanje.

Glijadini imaju prosječnu molekularnu masu oko 40 000, jednolančani su i ekstremno gusti kad hidratiziraju. Ne pokazuju nikakav ili mali otpor razvlačenju i smatra se da su odgovorni za kohezivnost tijesta.

Glutenini su višelančani i molekularna masa im se kreće od 100 000 do nekoliko milijuna. Glutenini su odgovorni za elastičnost tijesta. Glutenin i glijadin zajedno formiraju gluten ili lijepak (Ugarčić-Hardi, 1999.). Gluten se dobiva ispiranjem zamjesenog tijesta sa vodom pri čemu ispiremo topljive proteine i zrnca škroba, a ostaju netopivi proteini koji apsorbiraju određenu količinu vode tvore gumastu, elastičnu masu koju nazivamo gluten. Bitnu ulogu za kakvoću brašna ima količina i kakvoća glutena (Kljusurić, 2000.). Fizikalna svojstva glutena ovise o tome da li u brašnu prevladava glijadin ili glutenin. Glijadin daje mekše tijesto, a glutenin tijestu daje čvrstoću i manju rastezljivost.

2.1.1.2. Škrob

Škrob je polimer monosaharida glukoze i sastoji se 20 - 30 % dugih, ravnolančanih, vodotopljivih molekula amiloze i 70 - 80 % razgranatih molekula amilopektina. Molekule amiloze se sastoje od glukoznih jedinica vezanih α-1,4 -glikozidnom vezom. Jedna molekula sadrži 25 do 1000 glukoznih jedinica. Molekule amilopektina građene su od oko 3000 glukoznih jedinica. Na mjestu grananja su glukozne jedinice međusobno povezane α -1,6- glikozidnim vezama. U molekuli amilopektina ima od 4 do 6 % α -1,6 veza, a ogranci sadrže prosječno od 20 do 25 glukoznih jedinica (Marić, 2000.)

2.1.1.3. Šećeri

U pšeničnom brašnu su, osim škroba, prisutni i drugi ugljikohidrati kao što su monosaharidi, disaharidi, oligosaharidi i polisaharidi. Ukupni udio šećera, ali i zastupljenost pojedinog šećera u pšenici mijenja se ovisno o sorti pšenice i o uvijetima razvoja. Udio šećera u klici je 16,2 - 16,9%, dok je ukupni udio šećera u omotaču oko 5 % (Đaković, 1997.).

2.1.1.4. Lipidi

Pod izrazom lipidi, često se podrazumijevaju i masti i mastima slične tvari, kojih u brašnu ima 1,5 - 2,5 %. Lipidi su prirodni organski spojevi koji se otope u otapalima za masti, ali i najnestabilniji spojevi u pšeničnom zrnu. Iako su prisutni u malim udjelima, lipidi igraju bitnu ulogu u formiranju fizikalnih svojstava tijesta i u velikoj mjeri pozitivno utječu na tehnološku

kvalitetu brašna. Brašno iz kojeg se ekstrahiraju lipidi daje tijesto koje je manje rastezljivo i daje veći otpor rastezanju. Iako su udjeli lipida u brašnu mali, funkcionalna svojstva su im od velikog značaja kod tehnološke proizvodnje na bazi brašna. 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.)

2.1.1.5. Hemicelulozne tvari i pentozani

Termini hemiceluloza i pentozani često se koriste naizmjenično, pa se time često čini da nemaju točno značenje. Zajedno 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. Hemiceluloznim tvarima zovu se pentozni polisaharidi ne topljivi u vodi, dok su pentozani pentozni polisaharidi topljivi u vodi. Topljivi i netopljivi pentozani imaju takav položaj hidroksilne grupe u vodi da se lako povezuju sa molekulama vode. Njihova razgranata struktura omogućuje im da na sebe vežu veliku količinu vode, što znači da pentozani povećavaju udio vode u tijestu i daju proizvode s većim udjelom vode te usporavaju sklonost ka starenju pekarskih proizvoda. (Hoseney, 1994.)

2.1.1.6. Voda

Voda u brašnu može biti u vezanom, kapilarnom i slobodnom obliku. Udjel 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 od 13 do 14 %. (Gavrilović, 2011.)

2.2. PIVSKI TROP

Pivski trop je glavni nusproizvod proizvodnje piva. Pivski trop je lignocelulozni materijal koji sadrži oko 17 % celuloze, 28 % neceluloznih polisaharida, uglavnom arabinoksilana, i 28 % lignina. Pivski trop dostupan je tijekom cijele godine, a i dalje se najviše koristi kao stočna hrana. Zbog visokog sadržaja proteina (oko 20 %) i vlakana (oko 70 %) može poslužiti i kao aktivni dodatak ljudskoj prehrani (Mussato, 2004.).



Slika 1. Pivski trop

2.3. JABUČNI TROP

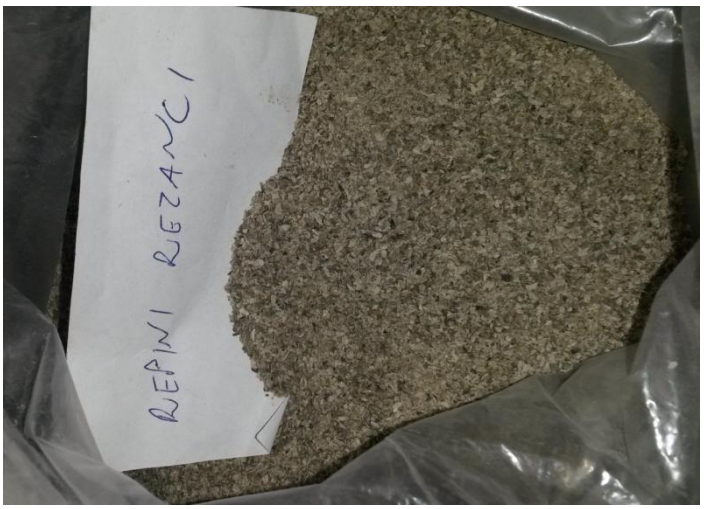
Jabučni trop je nusproizvod proizvodnje soka od jabuka pomoću hladne preše. Jabučni trop je jeftina sirovina koja se koristi kao izvor pektina, hrane za životinje, izvor vlakana ili fenola. Osušeni jabučni trop bogat je pektinom 13 - 39 % i dijetetskim vlaknima (oko 36,8 %) te ga se često koristi kao sastojak za punjenje pita od jabuka ili zobenih kolačića (Jozinović i sur., 2014.).



Slika 2. Jabučni trop

2.4. REPINI REZANCI

Repini rezanci su nusproizvod proizvodnje šećera. Trećina svjetske proizvodnje šećera dolazi od šećerne repe (*Beta vulgaris*). Od tone šećerne repe proizvede se oko 130 kg šećera i 50 kg repinih rezanaca. Repini rezanci sadrže oko 20 - 25 % celuloze, 25 - 36 % hemiceluloze, 20 - 25 % pektina, 10 - 15 % proteina i 1 - 2 % lignina, računato na suhu tvar (Zheng i sur., 2013.). Često se koriste kao stočna hrana, kao izvor poliola u proizvodnji uretana i poliuretana i kao izvor vlakana u proizvodnji papira (Roully i sur., 2009).



Slika 3. Repini rezanci

2.5. AWRC

Sposobnost zadržavanja alkalne otopine vode (AWRC) je metoda kojom se određuje količina vode koju brašno zadržava nakon centrifugiranja. Izražava se u postocima na bazi 14 %-ne vlažnosti brašna. Ova metoda se koristi za predviđanje kvalitete brašna koje se koristi za proizvodnju keksa (AACC Method 56-10).

2.6. SRC

Sposobnost zadržavanja otapala (SRC) je metoda kojom se određuje količina otapala koju brašno zadržava nakon centrifugiranja suspenzije. Kod ove metode koriste se četiri otapala: deionizirana voda, 5 % -tna otopina natrijevog karbonata, 50 % -tna otopina šećera i 5 %-tna otopina mliječne kiseline.

Na osnovu dobivenih rezultata moguće je predvidjeti kvalitetu ispitivanog brašna. Sposobnost zadržavanja mliječne kiseline vežemo za karakteristike glutenina, natrij karbonata za količinu oštećenog škroba, šećernu otopinu za svojstva pentozana dok se vodena otopina veže za sve navedene komponente brašna(AACC Method 56-11).

2.7. ČAJNO PECIVO

Čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog masnog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masnoće, računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode (Pravilnik NN 73/05). Prilikom izrade čajnih peciva upotrebljava se brašno, masnoće, šećer i drugi dozvoljeni dodaci. Prema udjelu masti koju sadrže, čajna peciva se dijele na kvalitetne grupe:

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

Prema načinu obrade kao i prema konstrukciji i načinu rada strojeva za oblikovanje, čajna peciva se dijele na:

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

2.7.1. Priprema i pečenje keksa

Glavne sirovine kod proizvodnje čajnog peciva su brašno, šećer te voda dok su dodatne sirovine masnoće, sredstva za narastanje, jaja i dr. Doziranje sirovina pri izradi zamjesa može biti jednofazno ili dvofazno. Razlika između ova dva postupka doziranja je u tome što se kod dvofaznog postupka dozira prvo određena količina šećera, vode, masti te ostalih sirovina osim brašna.

Nakon doziranja ovih sastojaka slijedi miješanje i dodatak dijela brašna te otopine sredstava za rahljenje, a potom ostatak drugog dijela brašna. Nasuprot tome, jednofaznim postupkom sve sirovine se dodaju odjednom i treba voditi računa da se sredstvo za rahljenje doda brašnu. (Gavrilović, 2011.)

S obzirom da tijesto sadržava najveći udjel brašna (60 – 80 %), kvaliteta izrađene mase ovisi o sastavu, veličini čestica, vrsti te drugim svojstvima brašna. Netopljivi proteini i škrob su najvažniji sastojak brašna te o njihovom sastavu i odnosu ovisi kvaliteta i količina vlažnog lijepka. Dodatkom masnoća i šećera smanjuje se moć upijanja vode i to dovodi do povećanja elastičnog svojstva tijesta, što otežava postizanje željene konzistencije tijesta i otežava njegovu daljnju obradu. Ako su veličine čestice brašna (granulacija) manje, onda se povećava moć upijanja vode. Dolazi do oštećenja škrobnih zrnaca i ubrzane razgradnje škroba, tijesto bolje zadržava plinove, te je i zbog toga volumen gotovog proizvoda veći. Vrijeme izrade tijesta je od 5 do 15 minuta. (Ugarčić-Hardi, 1999., Gavrilović, 2011.)

Pečenje je složena operacija tehnološkog procesa proizvodnje čajnog peciva u kojem dolazi do fizikalno-kemijskih promjena. Proces promjena sastojaka tijesta započinje u trenutku kad temperatura tijesta u površinskim slojevima dostigne 40 °C i završava na kraju pečenja. U procesu pečenja oblikovano tijesto mijenja vanjski izgled, dimenzije, formira strukturu, boju, okus i aromatična svojstva. 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.

Nakon završenog procesa pečenja, proizvod se hlade na sobnoj temperaturi (18 – 22 C). Tri osnovna procesa hlađenju su: prirodno, umjetno i kombinirano. Prirodno hlađenje je najbolje jer se provodi na otvorenom prostoru uz prirodno strujanje zraka. Hlađenje je postepeno pa nema naglih temperaturnih razlika koje bi prouzrokovale pucanje proizvoda. (Gavrilović, 2011.)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog rada bio je ispitati utjecaj modifikacije metode ispitivanja retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima na predviđanje kvalitativnih svojstava čajnog peciva.

3.2. MATERIJALI

Ispitivano je brašno Tena T-550 sa dodatkom 10 %, 20 % i 30 % pivskog tropa, brašno Tena T-550 sa dodatkom 10 %, 20 % i 30 % jabučnog tropa te brašno Tena T-550 sa dodatkom 10 %, 20 % i 30 % repinih rezanaca.

Korištena aparatura:

- Vaga
- Kivete
- Falkonice od 15 i 50 mL
- Centrifuga (1000xg)
- Laboratorijska tresilica
- Sušionik

Korištene otopine

- Deionizirana voda
- 5o %-tna otopina šećera
- 5 %-tna otopina mliječne kiseline
- 5 %-tna otopina Na_2CO_3
- 5 %-tna otopina $NaHCO_3$

3.3. METODE

3.3.1. Određivanje udjela vode u brašnu standardnom metodom

U prethodno osušenu i odvaganu posudicu odvaže se 5-6 g pripremljenog uzorka s točnošću 0,001 g i stavi u sušionik zagrijan do 130 °C. Poklopac se skine i ostavi pored posudice. Sušenje traje 90 minuta, a vrijeme se računa od trenutka kada temperatura u sušioniku, nakon unošenja posuda, dostigne 130 °C. Nakon sušenja, posudice se u sušioniku zatvore poklopcima i stave u eksikator. Kada poprime sobnu temperaturu, posudice se važu (nakon 30-60 minuta). Za svaki uzorak rade se dvije paralele, a razlika između paralela ne smije biti veća od ±0,15 %.

Izračun:

Udio vode iskazuje se u postotcima mase uzorka i izračunava se prema formuli:

$$Udio\ vode = \frac{(m0 - m1)}{(m0)} \times 100\ \%$$

gdje je:

m_0 – masa uzorka prije sušenja (g)

m_1 – masa uzorka nakon sušenja (g)

Udio vode u smjesi brašna:

$$w(smjese) = (Wa \times wa) + (Wb \times wb)$$

gdje je:

*W*a- udio vode brašna (%)

*w*a- udio komponente u smjesi (%)

*W*b- udio vode u dodanoj komponenti (jabučni, pivski trop ili repini rezanci) (%)

*W*b- udio komponente u smjesi (%)



Slika 4. Eksikator s uzorcima



Slika 5. Sušionik

3.3.2. AWRC i SRC

Nakon određivanja udjela vode u brašnu slijedi priprema zadane otopine. Najprije se izvažu prazne, začepljene kivete od 50 i 15 mL i ependorfice od 2 mL. Potom se u kivete od 50 mL izvaže 25 ±0,05 g otapala (deionizirana voda, 50 %-tna otopina saharoze, 5 %-tna otopina mliječne kiseline, 5 %-tna otopina $NaHCO_3$ i 5 %-tna otopina Na_2CO_3) i doda 5 ±0,05 g brašna poznatog sadržaja vlage. Isti postupak ponavlja se sa kivetama i ependorficama. U kivete od 15 mL u koje dodaje se 1 g uzorka i 5 mL odgovarajućeg otapala, a u ependorfice 0,2 g uzorka i 1 mL odgovarajućeg otapala. Za svaki uzorak rađene su tri paralele.

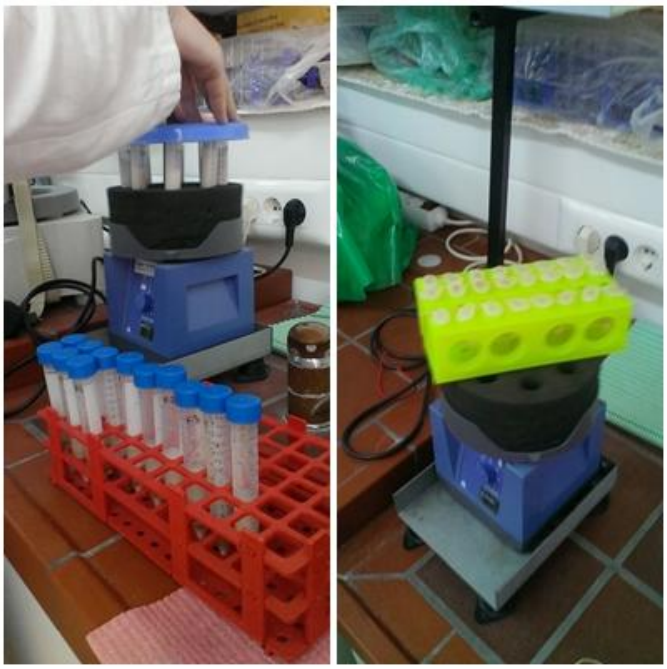


Slika 6. Vaganje uzoraka



Slika 7. Otapala

Nakon pripremljene suspenzije brašna kivete se protresaju ručno svakih 5 minuta, a ependorfice kontinuirano na vorteksu tijekom 20 minuta.



Slika 8. Vorteksiranje uzoraka

Pripremljene suspenzije centrifugiraju se tijekom 15 minuta na 1000× g pri sobnoj temperaturi.



Slika 9. Centrifugiranje uzoraka

Nakon centrifugiranja supernatant se dekantira, a kivete i ependorfice se suše na papirnatom ručniku 10 minuta pod kutom od 180°, te nakon sušenja zatvaraju i važu.



Slika 10. Sušenje uzoraka

Izračun:

$$\%AWRC = \left\{\left[\frac{m(kiveta\ s\ čepom + gel) - m(kiveta\ s\ čepom)}{m(brašno)}\right] \times \left[\frac{86}{100 - vlaga\ brašna}\right] - 1\right\} \times 100$$

$$\%SRC = \left[\frac{m(gela)}{m(brašna)} \times \left(\frac{86}{100 - \%vlage\ brašna}\right)\right] \times 100$$

3.3.3. Proces proizvodnje čajnog peciva

Čajna peciva koja su dobivena i analizirana u okviru ovog diplomskog rada oblikovana su i pečena u laboratorijskim uvjetima prema recepturi AACC metode 10-50D (AACC, 2000a).
Prema istoj metodi određeni su širina, visina i faktor širenja čajnog peciva. Volumen čajnog peciva određen je metodom volumetrijske zamjene sjemenkama prosa. Brašno za pripremanje čajnih peciva pripremljeno je u omjerima 90, 80, 70 % pšeničnog brašna i 10, 20 i 30 % dodataka (pivski, jabučni trop ili repini rezanci).



Slika 11. Uzorci tijesta (obično brašno, dodatak 10, 20 i 30 % pivskog tropa, repinih rezanaca i jabučnog tropa)



Slika 12. Pečeni keks (obično brašno, dodatak 10,20 i 30% pivskog tropa, repinih rezanaca i jabučnog tropa)

4.REZULTATI I RASPRAVA

Tablica 2. Utjecaj različitih dodataka na fizikalne pokazatelje kvalitete čajnog peciva

Uzorak	Volumen (cm^3)	Širina (cm)	Visina (cm)	Faktor širenja
T-550	53,3 ± 1,5	45,0 ± 0,0	7,3 ± 0,1	62,1 ± 0,6
10%PT	49,0 ± 3,3	45,5 ± 0,8	7,8 ± 0,1	58,6 ± 1,5
20%PT	48,0 ± 0,9	43,0 ± 0,6	8,4 ± 0,0	51,1 ± 0,8
30%PT	43,0 ± 0,5	41,0 ± 0,4	7,9 ± 0,1	51,8 ± 0,5
10%RR	44,5 ± 0,5	44,4 ± 0,4	7,3 ± 0,1	61,2 ± 1,2
20%RR	41,3 ± 2,5	41,3 ± 0,1	7,6 ± 0,1	54,3 ± 1,2
30%RR	37,7 ± 1,5	41,2 ± 0,6	6,9 ± 0,0	59,6 ± 0,9
10%JT	49,5 ± 3,0	45,5 ± 1,1	7,8 ± 0,1	58,6 ± 1,9
20%JT	46,0 ± 2,0	45,6 ± 0,4	7,0 ± 0,1	65,5 ± 0,2
30%JT	42,0 ± 2,0	44,8 ± 0,4	7,0 ± 0,0	63,9 ± 0,5

*Prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija

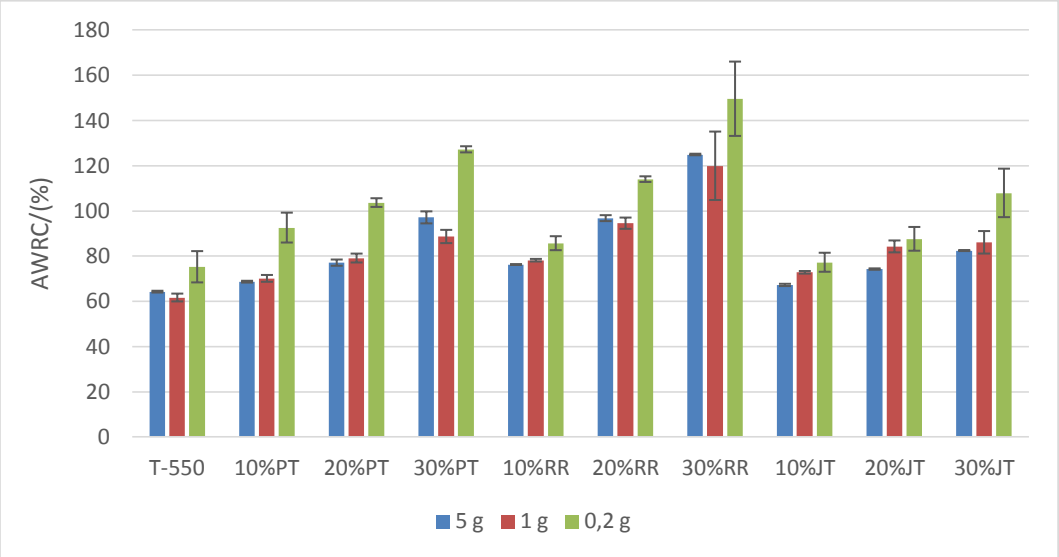
Iz tablice 2. je vidljivo da se dodatkom sve većeg udjela pivskog tropa, jabučnog tropa ili repinih rezanaca smanjuje volumen i širina čajnog peciva s obzirom na čajno pecivo bez dodataka. Visina čajnih peciva s dodatkom pivskog tropa je veća od čajnog peciva bez dodataka, dok kod ostalih čajnih peciva dolazi do varijacija u podacima. Faktor širenja kod čajnih peciva s 20 % i 30 % dodanog jabučnog tropa je veći od čajnog peciva bez dodataka, dok je kod svih ostalih niži.

Tablica 3. Korelacijska matrica fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva

	Volumen (cm^3)	Širina (cm)	Visina (cm)	Faktor širenja
Volumen (cm3)	-	-	-	-
Širina (cm)	0,683*	-	-	-
Visina (cm)	0,351	-0,196	-	-
Faktor širenja	0,087	0,669*	-0,858*	-

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Iz tablice 3. vidljivo je da su u pozitivnoj korelaciji (*p*<0,05) širina i volumen čajnih peciva(*r* = 0,683) i faktor širenja i širina (*r* = 0,669), dok su u negativnoj korelaciji faktor širenja i visina (*r* = -0,858).



Slika 13. Utjecaj različitih dodataka na retencijsku sposobnost brašna prema alkalnoj vodenoj otopini (AWRC)

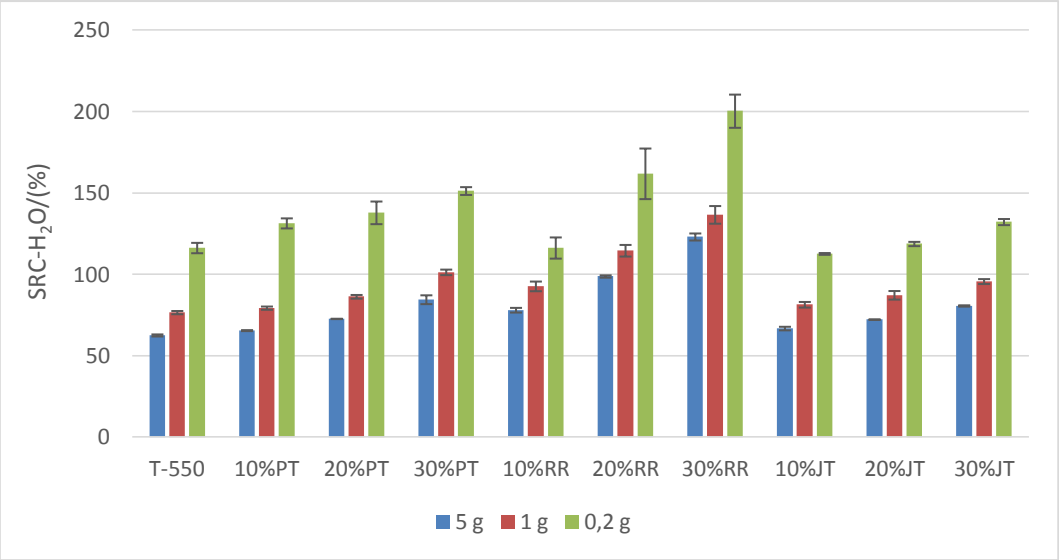
Na slici 13. prikazani su podaci za AWRC za različite smjese brašna. Dobivene vrijednosti za 5 gramske uzorke se kreću u rasponu od 64,22 % (T-550) do 124,90 % (30 % RR). Za 1 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 61,22 % (T-550) do 119,91 % (30 % RR). Za 0,2 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 75,23 % (T-550) do 149,56 % (30 % RR).

Tablica 4. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema alkalnoj vodenoj otopini (AWRC) i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva

	5 g	1 g	0,2 g
5 g	-	-	-
1 g	0,963*	-	-
0,2 g	0,958*	0,903*	-
Volumen (cm3)	-0,890*	-0,926*	-0,849*
Širina (cm)	-0,849*	-0,725*	-0,854*
Visina (cm)	-0,240	-0,336	-0,083
Faktor širenja	-0,261	-0,118	-0,377

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Tablica 4 prikazuje korelaciju podataka dobivenih AWRC metodom i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva. Utvrđene su značajne pozitivne korelacije ($p<0,05$) između rezultata dobivenih za 5 gramske i 1 gramske uzorke ($r = 0,963$), za 5 gramske i 0,2 gramske ($r = 0,958$) i za 1 gramske i 0,2 gramske ($r = 0,903$). Statistički značajne negativne korelacije utvrđene su na između rezultata AWRC metode i volumena i širine čajnih peciva. Iz rezultata možemo zaključiti da je dovoljno raditi metodu na jednoj masi uzoraka. Dobiveni visoki koeficijenti linearne korelacije ($r > -0,7$) pokazuju da bi pomoću AWRC metode mogli predvidjeti promjene volumena i širine čajnih peciva.



Slika 14. Utjecaj različitih dodataka na retencijsku sposobnost brašna prema vodi (SRC-H_2O)

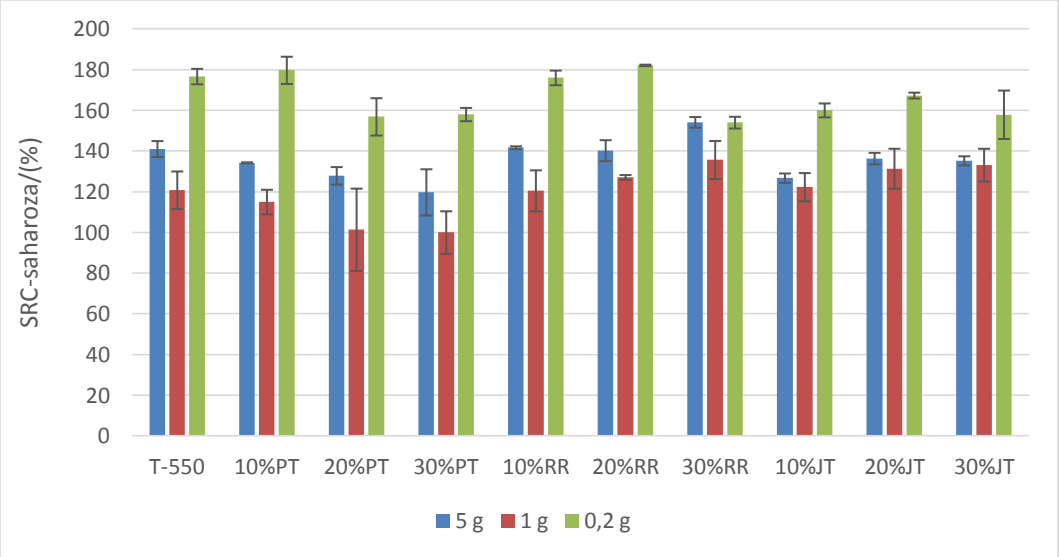
Na slici 14. prikazani su podaci za SRC-H_2O za različite smjese brašna. Dobivene vrijednosti za 5 gramske uzorke se kreću u rasponu od 62,56 % (T-550) do 123,06 % (30 % RR). Za 1 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 76,59 % (T-550) do 136,65 % (30 % RR). Za 0,2 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 116,26 % (T-550) do 200,35 % (30 % RR).

Tablica 5. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema vodi (SRC-H_2O) i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva

	5 g	1 g	0,2 g
5 g	-	-	-
1 g	0,998*	-	-
0,2 g	0,932*	0,927*	-
Volumen (cm3)	-0,898*	-0,910*	-0,777*
Širina (cm)	-0,781*	-0,797*	-0,837*
Visina (cm)	-0,332	-0,327	-0,113
Faktor širenja	-0,159	-0,172	-0,354

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (p<0,05)

Tablica broj 5. prikazuje korelaciju podataka dobivenih SRC metodom sa deioniziranom vodom i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva. Utvrđene su značajne pozitivne korelacije (p<0,05) između rezultata dobivenih za 5 gramske i 1 gramske uzorke (r = 0,998), za 5 gramske i 0,2 gramske (r = 0,932) i za 1 gramske i 0,2 gramske (r = 0,927). Statistički značajne negativne korelacije utvrđene su između SRC-H_2O metode i volumena i širine čajnih peciva te između rezultata dobivenih između različitih gramaža uzoraka. Dobiveni visoki koeficijenti linearne korelacije (r > -0,7) pokazuju da bi pomoću SRC-H_2O metode mogli predvidjeti promjene volumena i širine čajnih peciva.



Slika 15. Utjecaj različitih dodataka na retencijsku sposobnost brašna prema otopini saharoze (SRC-saharoza)

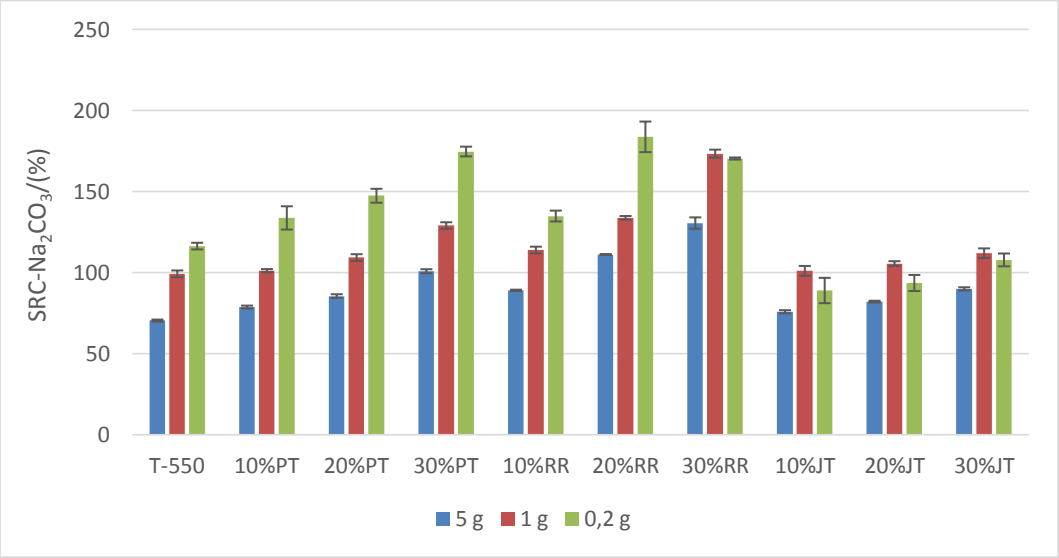
Na slici 15. prikazani su podaci za SRC-saharoza za različite smjese brašna. Dobivene vrijednosti za 5 gramske uzorke se kreću u rasponu od 119,76 % (20 % PT) do 154,17 % (30 % RR). Za 1 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 101,39 % (20 % PT) do 135,66 % (30 % RR). Za 0,2 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 176,67 % (T-550) do 182,175 % (20 % RR).

Tablica 6. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema otopini saharoze (SRC-saharoza) i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva

	5 g	1 g	0,2 g
5 g	-	-	-
1 g	0,735*	-	-
0,2 g	0,222	0,077	-
Volumen (cm3)	-0,366	-0,371	0,333
Širina (cm)	-0,088	0,203	0,263
Visina (cm)	-0,705*	-0,870*	-0,049
Faktor širenja	0,478	0,758*	0,148

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni ($p<0,05$)

Tablica broj 6. prikazuje korelaciju podataka dobivenih SRC metodom sa otopinom saharoze i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva. Utvrđene su značajne pozitivne korelacije ($p<0,05$) između rezultata dobivenih za 5 g i 1 g uzorke ($r = 0,735$). Statistički značajne negativne korelacije utvrđene su između rezultata dobivenih uz korištenje otopine saharoze i visine te pozitivna korelacija kod faktora širenja s uzorcima od 1 g. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da SRC metodu s otopinom saharoze možemo koristiti za predviđanje visine čajnih peciva. Što se tiče faktora širenja podaci dobiveni na različitim masama uzoraka variraju pa ih ne možemo uzeti u obzir.



Slika 16. Utjecaj različitih dodataka na retencijsku sposobnost brašna prema otopini natrijevog karbonata (SRC-Na_2CO_3)

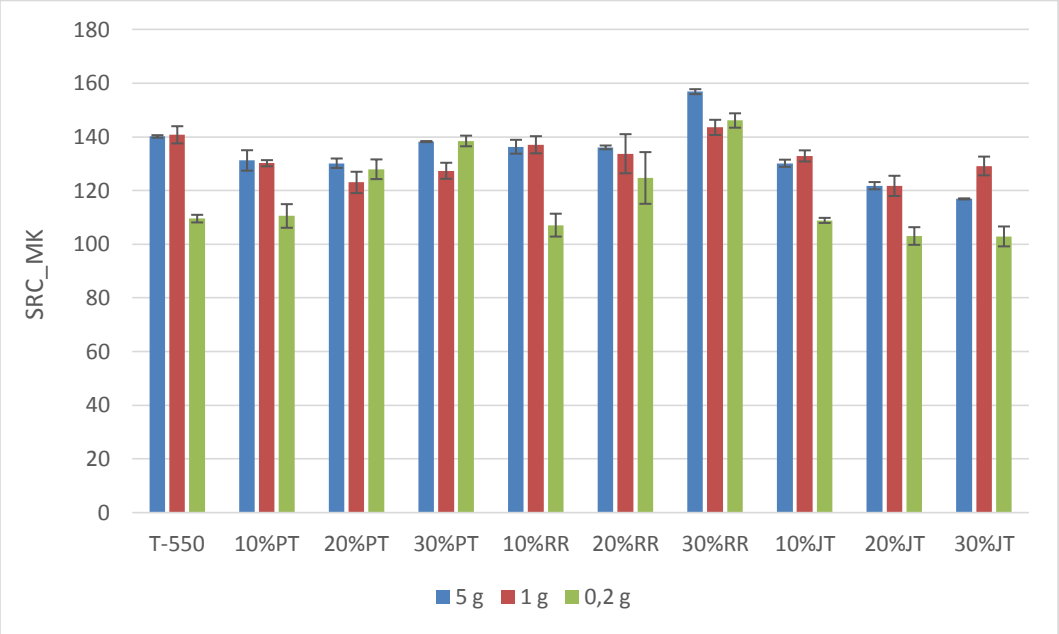
Na slici 16. prikazani su podaci za SRC- Na_2CO_3 za različite smjese brašna. Dobivene vrijednosti za 5 gramske uzorke se kreću u rasponu od 70,34 % (T-550) do 30,54 % (30 % RR). Za 1 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 99,20 % (T-550) do 173,41 % (30 % RR). Za 0,2 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 116,31 % (T-550) do 183,78 % (20 % RR).

Tablica 7. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema otopini natrijevog karbonata (SRC-Na_2CO_3) i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva

	5 g	1 g	0,2 g
5 g	-	-	-
1 g	0,978*	-	-
0,2 g	0,758*	0,708*	-
Volumen (cm3)	-0,914*	-0,846*	-0,573
Širina (cm)	-0,844*	-0,811*	-0,921*
Visina (cm)	-0,231	-0,281	0,270
Faktor širenja	-0,269	-0,215	-0,692*

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Tablica broj 7. prikazuje korelaciju podataka dobivenih SRC metodom sa natrijevim karbonatom i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva. Utvrđene su značajne pozitivne korelacije ($p<0,05$) između rezultata dobivenih za 5 g i 1 g uzorke ($r = 0,978$), za 5 g i 0,2 g ($r = 0,758$) i za 1 g i 0,2 g ($r = 0,708$). Statistički značajne negativne korelacije utvrđene su između SRC-Na_2CO_3 metode i volumena i širine čajnih peciva. SRC-metodu s otopinom natrijevog karbonata možemo koristiti za predviđanje volumena i širine čajnih peciva ($r>-0,8$).



Slika 17. Utjecaj različitih dodataka na retencijsku sposobnost brašna prema otopini mliječne kiseline (SRC-MK)

Na slici 17. prikazani su podaci za SRC-MK za različite smjese brašna. Dobivene vrijednosti za 5 gramske uzorke se kreću u rasponu od 121,80 % (20% JT) do 156,86% (30% RR). Za 1 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 121,74 % (20 % JT) do 143,54 % (30% RR). Za 0,2 gramske uzorke vrijednosti se kreću od 102,89 % (30 % JT) do 146,11 % (30 % RR).

Tablica 8. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema otopini mliječne kiseline (SRC-MK) i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva

	5 g	1 g	0,2 g
5 g	-	-	-
1 g	0,749*	-	-
0,2 g	0,745*	0,227	-
Volumen (cm3)	-0,293	-0,143	-0,539*
Širina (cm)	-0,609	-0,184	-0,912*
Visina (cm)	-0,080	-0,425	0,257
Faktor širenja	-0,279	0,192	-0,670*

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Tablica broj 8. prikazuje korelaciju podataka dobivenih SRC metodom sa mliječnom kiselinom i fizikalnih pokazatelja kvalitete čajnog peciva. Utvrđene su pozitivne korelacije (p<0,05) između rezultata dobivenih za 5 g i 1 g uzorke (r = 0,749) i za 5 g i 0,2 g (r = 0,745). Dobiveni podaci pokazuju da bi SRC-MK mogli koristiti za predviđanje širine čajnih peciva s obzirom da su ostali statistički značajni podaci dobiveni samo na 0,2 gramskim uzorcima.

Tablica 9. Prosječni koeficijenti varijacije (CV) rezultata retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima s obzirom na masu upotrebljenog uzorka

	CV (%)		
	5 g	1 g	0,2 g
AWRC	0,91	3,65	5,64
SRC-H_2O	1,16	2,26	3,50
SRC-saharoza	2,72	7,86	2,84
SRC-Na_2CO_3	1,09	1,77	3,76
SRC-MK	1,00	2,59	3,08

Iz tablice 9. vidljivo je da su najmanje varijacije dobivenih rezultata pri korištenju metode s uzorkom od 5 g pa se može zaključiti da je upravo ova metoda najbolji izbor ukoliko imamo dovoljne količine uzorka na raspolaganju za analizu.

Tablica 10. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima s 5 g uzorka

	AWRC	**SRC-H_2O**	**SRC-saharoza**	**SRC-Na_2CO_3**
SRC-H_2O	0,975*	-	-	-
SRC-saharoza	0,421	0,566	-	-
SRC-Na_2CO_3	0,985*	0,989*	0,468	-
SRC-MK	0,634*	0,630	0,510	0,615

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Iz tablice 10. vidljivo je da su dobivene pozitivne korelacije (p<0,05) između SRC-H_2O i AWRC (r=0,975) te da je dovoljno koristiti samo jednu od ovih metoda prilikom ispitivanja brašna. Također su utvrđene pozitivne korelacije između AWRC i SRC-Na_2CO_3 (r=0,985), SRC-H2O i SRC-Na_2CO_3 (r=0,989) te AWRC i SCR-MK (r=0,634).

Tablica 11. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima s 1 g uzorka

	AWRC	**SRC-H_2O**	**SRC-saharoza**	**SRC-Na_2CO_3**
SRC-H_2O	0,967*	-	-	-
SRC-saharoza	0,390	0,379	-	-
SRC-Na_2CO_3	0,948*	0,981*	0,289	-
SRC-MK	0,230	0,408	0,403	0,458

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Iz tablice 11. vidimo da su dobivene pozitivne korelacije (p<0,05) između SRC-H_2O i AWRC (r=0,967), AWRC i SRC-Na_2CO_3 (r=0,948) i SRC-H2O i SRC-Na_2CO_3 (r=0,981).

Tablica 12. Korelacijska matrica rezultata retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima s 0,2 g uzorka

	AWRC	**SRC-H_2O**	**SRC-saharoza**	**SRC-Na_2CO_3**
SRC-H_2O	0,948*	-	-	-
SRC-saharoza	-0,478	-0,315	-	-
SRC-Na_2CO_3	0,752*	0,777*	0,046	-
SRC-MK	0,852*	0,864*	-0,420	0,827*

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (*r*) su statistički značajni (*p*<0,05)

Iz tablice 12. vidljive su pozitivne korelacije (p<0,05) između SRC-H_2O i AWRC (r=0,948), AWRC i SRC-Na_2CO_3 (r=0,752) AWRC i SRC-MK (r=0,852), SRC-Na_2CO_3 i SRC-H_2O (r=0,777) te između SRC-MK i SRC-H_2O (r=0,864) i SRC-MK i SRC-Na_2CO_3 (r=0,827) .

5.ZAKLJUČCI

Utvrđene su značajne korelacije između podataka za sposobnost zadržavanja svih primijenjenih otopina bez obzira na upotrebljenu masu uzorka, a najbolji rezultati retencijske sposobnosti brašna dobiveni su na 5 g uzorcima.

Najveći koeficijenti korelacije dobiveni su između SRC-H_2O i AWRC te možemo zaključiti da je dovoljno koristiti jednu od ovih metoda.

Iz dobivenih podataka vidljivo je da AWRC, SRC-H_2O i SRC-Na_2CO_3 metode možemo koristiti za predviđanje volumena i širine čajnih peciva, SRC-saharoza metodu samo za predviđanje visine čajnih peciva, a SRC-MK metodu za predviđanje širine čajnih peciva.

Prema dobivenim rezultatima, SRC i AWC su pogodne metode za određivanje kvalitete pšeničnog brašna kada su nam potrebni brzi rezultati ili ako imamo malu količinu uzoraka.

6.LITERATURA

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

AACC Aproved Method 56-10: Alkaline Water Retention Capacity, American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota, USA

AACC Aproved Method 56-11:Solvent Retention Capacity Profile, , American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota, USA

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

Gavrilović M: Tehnologija konditorskih proizvoda, Novi Sad, 2011.

Hoseney R.C: Principles of cereal scince and tehnology, AACC, Inc.St. Paul Minesota, USA, 1994.

Jozinović A., Šubarić D., Ačkar Đ., Miličević B., Babić B., Jašić M., Valek Lendić K.: Food industry by-products as raw materials in functional food production, Osijek, 2014.

Kljusurić S: Uvod u tehnologiju mljevenja pšenice. Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayer, Osijek, 2000.

Koehler P., Wieser, H.: Chemistry of Cereal Grains. u Handbook of Sourdough Biotechnology, Gobbetti, M., Gänzle M. (ur.), Springer, New York, 2013.

Marić V.: Biotehnologija i sirovine, Stručna i poslovna knjiga, Zagreb, 2000.

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH: Pravilnik o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini i proizvodima od tijesta, NN br. 117/03, 130/03, 48/04.

Mussatto S.I., Dragone G., Roberto I.C.: Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications, Brasil, 2004.

Rouilly, A., Geneau-Sbartaï, C., Rigal, L.: Thermo-mechanical processing of sugar beet pulp. III. Study of extruded films improvement with various plasticizers and cross-linkers, *Bioresource Technology* 100, 3076-3081, 2009.

Ugarčić-Hardi Ž: Tehnologija tjestenine i keksa (interna skripta). Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 1999.

Zheng, Y., Lee, C., Yu, C., Cheng, Y.S., Zhang, R., Jenkins, B.M., VanderGheynst, J.S.: Dilute acid pretreatment and fermentation of sugar beet pulp to ethanol, *Applied Energy* 105, 1-7, 2013.