

Retencijska sposobnost brašna sorti pšenice roda 2017. godine

Lukić, Josip

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:109:848562>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



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

Josip Lukić

**RETENCIJSKA SPOSOBNOST BRAŠNA
SORTI PŠENICE RODA 2017. GODINE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj 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

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje i prerade brašna
Tema rada: je prihvaćena na VII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2017./2018. održanoj 26. travnja 2018.
Mentor: izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*
Pomoć pri izradi: Ana Šušak, dipl. ing., stručni suradnik

RETENCIJSKA SPOSOBNOST BRAŠNA SORTI PŠENICE RODA 2017. GODINE

Josip Lukić, 426-DI

Sažetak: Cilj ovoga rada bio je ispitati kvalitetu brašna sorti ozime pšenice roda 2017. godine pomoću metode za određivanje retencijske sposobnosti brašna (SRC) prema različitim otapalima te usporediti dobivene rezultate s rezultatima ispitivanja udjela proteina i vlažnog glutena, sedimentacijske vrijednosti i farinografskih i ekstenzografskih pokazatelja kvalitete. Ispitano je 10 različitih sorti koje su uzgajane na dvije različite lokacije, osječkoj i zagrebačkoj.

Rezultati su pokazali da su uzorci s osječkog područja za sve SRC vrijednosti, kao i za ostale pokazatelje kvalitete, imali značajno veće izmjerene prosječne vrijednosti od uzoraka sa zagrebačkog područja što ukazuje na bolju kvalitetu brašna od pšenice s osječke lokacije. Obzirom na identično provedene agrotehničke mjere na obje lokacije, može se zaključiti da su različiti klimatski uvjeti glavni uzrok razlika u kvaliteti pšenice s osječkog i zagrebačkog područja. Ispitivanjem korelacije između određenih ispitanih parametara kvalitete može se zaključiti da je retencijska sposobnost brašna (SRC) je pogodna metoda za određivanje kvalitete pšeničnog brašna, naravno to u slučaju kada su nam potrebni brzi rezultati ili ako na raspolaganju imamo malu količinu uzoraka.

Ključne riječi: retencijska sposobnost upijanja brašna (SRC), reološka svojstva brašna, farinograf, ekstenzograf

Rad sadrži: 39 stranica
9 slika
6 tablica
14 literaturnih referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

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

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

Datum obrane: 20. srpnja 2018.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food Technology
Subdepartment of grain processing technologies
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Technology of flour production and processing
Thesis subject: was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. VII held on April 26, 2018.
Mentor: *Marko Jukić*, PhD, associate prof.
Technical assistance: *Ana Šušak*, dipl. ing., expert associate

SOLVENT RETENTION CAPACITY OF FLOUR OF WINTER WHEAT VARIETIES FROM THE 2017 HARVEST

Josip Lukić, 426 -DI

Summary: The aim of this study was to evaluate quality of different winter wheat varieties obtained from 2017 harvest with the use of Solvent retention capacity (SRC) method and by determination of protein content, sedimentation value, gluten content and farinographic and extensographic quality indicators. Ten varieties of winter wheat that were used were grown on two locations, Osijek and Zagreb.

The results showed that the samples in the Osijek region were of better quality compared to the samples grown on the Zagreb area according to all determined quality indicators. Since wheat was grown in both locations with identical agrotechnical measures, it can be concluded that the main cause of differences in the quality of wheat was different climatic conditions. By examining the correlation between certain quality parameters, it can be concluded that Solvent retention capacity (SRC) method is a suitable method for determining the quality of wheat flour, especially when rapid results are needed or a small amount of samples are available.

Key words: Solvent retention capacity (SRC), rheological properties, farinograph, extensograph

Thesis contains: 39 pages
9 figures
6 tables
14 references

Original in: Croatian

Defence committee:

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

Defence date: July 20, 2018

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

Zahvaljujem mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Jukiću na savjetima, pomoći i izradi te vođenju kroz cjelokupni diplomski rad. Jednako tako hvala i prof. dr. sc. Daliborki Kocevi Komlenić te doc. dr. sc. Jasmini Lukinac Čačić.

Jednako zahvaljujem tehničarki Ani Šušak na pomoći oko svih nejasnoća u eksperimentalnom dijelu rada.

Veliko hvala mojoj obitelji koji su mi omogućili studiranje, te me svojim savjetima i poticajima pratili kroz sve vrijeme studiranja.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. PŠENICA.....	4
2.1.1. Podjela pšenice	5
2.1.2. Kakvoća zrna pšenice i oplemenjivanje	6
2.1.3. Uvjeti za uzgoj pšenice.....	6
2.1.4. Kemijski sastav pšenice i brašna	6
2.2. PŠENIČNO BRAŠNO	10
2.2.1. Komponente kakvoće brašna	10
2.2.2. Vrste brašna prema namjeni	12
2.2.3. Mogućnost utjecaja na kvalitetu brašna	16
2.3. NAČELA METODA RETENCIJSKE SPOSOBNOSTI BRAŠNA (SRC).....	17
3. EKSPERIMENTALNI DIO	20
3.1. ZADATAK.....	21
3.2. MATERIJALI.....	21
3.3. METODE	21
4. REZULTATI.....	23
4.1. ISPITIVANJE RETENCIJSKE SPOSOBNOSTI BRAŠNA (SRC)	24
4.2. ANALIZA PROTEINSKE KOMPONENTE BRAŠNA	29
4.3. ISPITIVANJE REOLOŠKIH SVOJSTAVA BRAŠNA	30
4.3. KORELACIJSKA MATRICA DOBIVENIH REZULTATA ISPITIVANJA	32
5. RASPRAVA	33
6. ZAKLJUČCI	36
6. LITERATURA.....	38

Popis oznaka, kratica i simbola

AACC *American Association of Cereal Chemists*

GPI Gluten performance indeks

SRC Retencijska sposobnost brašna prema otapalima (engl. *Solvent retention capacity*)

1. UVOD

Sposobnost zadržavanja otapala (*Solvent Retention Capacity* – SRC) je metoda za ispitivanje kvalitete pšeničnog brašna kojom se mjeri sposobnost brašna da zadržava različite otopine nakon centrifugiranja suspenzije. Ova metoda nam može poslužiti da bi predvidjeli kvalitativna svojstva brašna. Cilj ovog rada bio je ispitati kvalitetu brašna sorti ozime pšenice roda 2017. godine pomoću prethodno spomenute metode za određivanje retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima (deionizirana voda, 50%-tna otopina saharoze, 5%-tna otopina mliječne kiseline i 5%-tna otopina Na_2CO_3).

Osim toga u radu su u kratkim crtama opisana osnovna svojstva pšenice, od nje dobivenog brašna, njihov kemijski sastav, te komponente koje najviše utječu na kvalitetu, a posebna pozornost usmjerena je na svojstva različitih tipova brašna i njihovu namjenu u proizvodnji proizvoda na bazi pšeničnog brašna.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PŠENICA

Pšenica je uz kukuruz i rižu jedan od najvećih i najvažnijih usjeva za proizvodnju. Prema podacima iz 2015. EU, Kina, Indija, Rusija i SAD najveći su proizvođači u svijetu. Brojni su načini iskorištavanja pšenice. Jedan od najvažnijih je proizvodnja kruha, ali i ostalih proizvoda dobivenih iz pšeničnog brašna poput kolača, keksa, krepera, tjestenine itd. Osim u prehrani, proizvodi ili nusproizvodi iz prerade koriste se u različitim drugim industrijama (farmaceutska, pivarska industrija- proizvodnja slada). Zrno pšenice sastoji se od endosperma, omotača i klice. Mljevenjem endosperma dobije se brašno, a iz omotača mekinje.

Pšenica se koristi u brojnim proizvodima: fermentirani kruhovi, ravni kruhovi i krekeri, keksi, kolači i ostali proizvodi dobiveni od meke pšenice, rezanci od heksaploidne pšenice, žitarice za doručak, škrob i gluten, tjestenina itd.

Pšenica je krušna žitarica iz koje se mljevenjem dobiva brašno. Iz brašna se dodatkom vode i ovisno o namjeni, drugih dodataka dobiva tijesto. Kvaliteta pšenice može se procijeniti i prema kvaliteti dobivenog tijesta, a u tijestu najveći utjecaj ima kvaliteta glutena. Kvaliteta glutena može se odrediti ispitivanjem bubrenja ili njegovih mehaničkih osobina. On bubri u kiselim otopinama, a što se tiče mehaničkih ispitivanja mjeri se rastezljivost, brzina prodiranja utega u tijesto ili brzina rastezanja tijesta. Važan parametar kvalitete je maltozni broj koji pokazuje sposobnost tijesta da razvija plinove prilikom fermentacije. Mali maltozni broj znači slaba enzimsko aktivnost, dok preveliki ukazuje na iskljalo ili loše skladišteno zrno (Španić, 2016.).

Za kvalitetu gotovih proizvoda najvažnija su svojstva same pšenice. Postoje različite sorte pšenice koje su namijenjene različitim tipovima finalnih proizvoda. Željena kvaliteta neke pšenice ovisi dakle o njejoj primjeni. Kada se govori o kvaliteti nekog proizvoda, treba voditi računa što je to kvaliteta. Ukoliko kupac ne prihvati cjenovnu vrijednost novog kvalitetnog proizvoda, pitanje je da li je dobivena kvaliteta bila potrebna. Razlog tome leži u kupčevim preferencijama ka jeftinijem i oku ugodnijem proizvodu. Drugi razlog kupčeve procjene kvalitete jest nemogućnost primjene svakog brašna za željenu namjenu. Brašno koje posjeduje dobra peciva svojstva nema dobra svojstva za proizvodnju keksarskih proizvoda. Dakle, kod brašna je važno poznavati njegov kemijski sastav poput udjela škroba, glutena, proteina, itd. koji proizlaze iz kvalitete samog pšeničnog zrna (Henry i Kettlewell, 1996.).

2.1.1. Podjela pšenice

S obzirom na tvrdoću i boju pšeničnog endosperma, pšenicu dijelimo na:

- crvenu tvrdu ozimu,
- tvrdu jaru,
- meku crvenu ozimu,
- durum (tvrdu),
- tvrdu bijelu,
- meku bijelu.

S obzirom na zahtjeve za nisku temperaturu razlikujemo ozime, fakultativne i jare sorte. Ozime sorte podnose nešto niže temperature te imaju nešto niži sadržaj proteina od jarih sorti.

Obzirom na kvalitetu zrna razlikujemo:

- tvrdu pšenicu (obična ili krušna) iz heksaploidne vrste ,
- *T. aestivum* meku pšenicu iz heksaploidne vrste,
- *T. aestivum* i *T. durum* pšenicu iz tetraploidne vrste *T. turgidum*.

Tvrdu pšenicu iz heksaploidne vrste obilježava jaka snaga glutena te grublja tekstura zrna. Kod pripremanja tijesta gluten apsorbira vodu te se stvara ljepljiva masa koja pečenjem očvrstne, a CO₂ zaostaje između vlaknastih tekstura glutena. Brašna dobivena iz takvih pšenica imaju veliku sposobnost upijanja vode, a nakon pečenja dobije se veći volumen kruha zbog jače apsorpcije vode i zadržavanja plinova u glutenu.

Meku pšenicu iz heksaploidne vrste obilježava slabiji gluten, a tekstura brašna nakon mljevenja je meka pa se brašna iz ovog tipa pšenice koriste za proizvodnju kolača, keksa, krekerja, finih peciva itd. Meke pšenice dobro uspijevaju u područjima s više oborina te radi toga imaju niži sadržaj proteina.

Durum pšenica se koristi za proizvodnju griza, tjestenine i durum brašna za pripremu tijesta (Španić, 2016).

2.1.2. Kakvoća zrna pšenice i oplemenjivanje

Proizvedena pšenica mora biti određene kvalitete, ovisno o industriji za koju se prerađuje. Kvaliteta pšeničnog zrna određuje se prema fizikalnim osobinama (hektolitarska masa, masa 1000 zrna, krupnoća, oblik i boja, staklavost/brašnavost zrna), kemijskom sastavu zrna, njegovom zdravstvenom stanju te tehnološkim kvalitetama od njega dobivenog brašna, tijesta, kruha i ostalih proizvoda.

Pšenica je kroz povijest oplemenjivana s ciljem postizanja što boljih sortnih osobina poput povećanja prinosa, otpornosti na kukce i druge nametnike, otpornosti na sušu itd. Jedna od najboljih metoda oplemenjivanja je hibridizacija koja se provodi s ciljem povećanja prinosa, ali i postizanja bolje kvalitete pšeničnih proizvoda. Prinos je bolji što je zrno otpornije na bolesti, kukce, sušu itd. (Španić, 2016).

2.1.3. Uvjeti za uzgoj pšenice

Tri najvažnije komponente koje bitno utječu na uzgoj pšenice su temperatura, voda i vrsta tla. Optimalna temperatura za klijanje i nicanje pšenice je 14 do 20 °C pri čemu pšenica proklija za 5 do 7 dana. Ukoliko vladaju niže temperature klijanje se usporava pa je tada potrebno od 17 do 20 dana. Temperatura utječe na masu zrna te na sintezu i kvalitetu ugljikohidrata i proteina.

Brzina klijanja proporcionalna je vlazi tla čija dostupnost u tlu utječe na brzinu transpiracije i fotosinteze. Manjak vlage smanjit će intenzitet fotosinteze uslijed čega listovi započinju izumirati te je manje ugljikohidrata dostupno za odlazak u zrno. Ukoliko je prevelika vlaga nekog tla dolazi do odumiranja korijena, a ukoliko je tlo zasićeno vlagom bit će smanjen prinos.

Potrebna su duboka i rahla tla, umjerene vlažnosti sa blago kiselim do neutralnim tlom (pH 6,5-7) (Španić, 2016).

2.1.4. Kemijski sastav pšenice i brašna

Kemijski sastav pšenice vrlo je važan kako bi se mogla odrediti svojstva brašna, ali i gotovih proizvoda. U **Tablici 1** vidljivo je da najveći dio pšeničnog zrna čine ugljikohidrati, zatim vlaga i proteini, a važnu ulogu imaju i lipidi i pepeo. Kemijski sastav brašna najviše ovisi o stupnju

izmeljavanja, te je tako u **Tablici 2** vidljivo kako brašna s manjim stupnjem izmeljavanja imaju nešto niži udio celuloze, proteina i lipida.

Tablica 1 Kemijski sastav pšenice

Komponenta	Udio u ukupnoj masi [%]
Ugljikohidrati	64-73,5
Proteini	8-15
Lipidi	1,5 -3
Pepeo	1,5-2
Vlaga	9-18

Tablica 2 Kemijski sastav iz pšenice dobivenog brašna sa dva stupnja izmeljavanja (72 i 80 %)

Komponenta		Udio [%]	
		Stupanj izmeljavanja [%]	
		72	80
Ugljikohidrati	Škrob	65-70	64-69
	Celuloza	0,2	0,2-0,35
	Šećer	1,5-2	1,5-2
Proteini		8-13	9-14
Lipidi		0,8-1,5	1-1,6
Pepeo		0,3-0,6	0,6-0,8
Vlaga		13-15,5	13-15

UGLJIKOHIDRATI

Ugljikohidrati u pšenici su jednostavni šećeri, škrob, hemiceluloza i celuloza. Kao što je vidljivo u **Tablici 1** ugljikohidrata ima najviše u pšeničnom zrnju, a kao posljedica toga, najviše ih nalazimo i u pšeničnom brašnu, kako pokazuje **Tablica 2**.

Prilikom rasta biljke, ugljikohidrati se nakupljaju u sjemenkama, korijenu i plodovima u obliku škroba. Veličina granula škroba nema znatniji utjecaj na kvalitetu brašna. Sama granula ima veliku čvrstoću i otpornost zbog škrobnih kristala koji su pravilno raspoređeni unutar granule.

Grijanjem s vodom, granule bubre i nastaje koloidna suspenzija unutar koje postoje dvije komponente: amiloza i amilopektin čiji je omjer od 1:4 do 1:5. α -amilaza i β -amilaza cijepaju α -1,4 glikozidne veze u škrobu, a osnovna razlika je u tome što α -amilaza vrši nasumice hidrolizu, a β amilaza odcjepljuje maltozu s krajeva lanca.

Prilikom mljevenja dolazi do usitnjavanja endosperma, a tim usitnjavanjem se granule međusobno razdvajaju, dok se jedan dio ošteti. Što je veća finoća mljevenja, to je više oštećenih granula. Vrlo je važno svojstvo oštećenih granula jer su one izvor ugljikohidrata za proizvodnju šećera kod fermentacije tijesta. Budući da neoštećene granule na temperaturama fermentacije ne želatiniziraju, nema ni hidrolize od strane enzima. Količina škroba u brašnu ovisi o količini u samom zrnu i o stupnju izmeljavanja. Udio škroba i proteina u brašnu obrnuto je proporcionalan. Što je više proteina, manje je škroba i obrnuto. Škrob je čisti ugljikohidrat, iako je u granulama pronađen i neznatan udio pepela i masnoća.

Hemicelulozne tvari i pentozani su polisaharidi sa osnovnom jedinicom pentozom te imaju u brašnu značajnu ulogu. S obzirom na topljivost, razlikujemo pentozane topljive u vodi i one netopljive u vodi. Hemicelulozne tvari su naziv za pentozane netopljive u vodi. I jedna i druga frakcija najvećim dijelom sadrže ksilozu i arabinozu. Hidrolizom hemiceluloznih tvari i pentozana dobiju se pentoze i heksoze. Postoje i oksidirane heksoze, gdje je najčešće zastupljena D-glukouronska kiselina. U endospermu pšeničnog zrna nalazi se 2,40 % hemiceluloznih tvari od čega je 0,50 % topljivo u vodi. U sastavu omotača zrna nalazimo oko 70 % ugljikohidrata, a na hemicelulozne tvari otpada nešto više od 43 %. Hidroksilne grupe u vodi topljivih pentozana imaju takav položaj da na sebe mogu vezati veliku količinu vode. Primjerice, na tijesto bijelog brašna sa udjelom 2-3 % pentozana vezat će se četvrtina ukupno prisutne vode. Uloga pentozana je da povećavaju sadržaj vode u tijestu i daju kruh sa povećanim udjelom vode te kruh kojeg obilježava duže očuvanje svježine. Celulozu najviše nalazimo u pšeničnoj ljusci (35 % ukupne mase), a u endospermu je ima oko 0,3 %. Budući da nije probavljiva, nema posebnog značenja u brašnu (Kljusurić, 2000.).

PROTEINI

Proteine možemo podijeliti na jednostavne, koji hidrolizom daju α -aminokiseline i na složene, koji hidrolizom osim α -aminokiselina daju i jednu ili više neproteinskih tvari. Sadrže

aminoskupinu, karboksilnu skupinu i ugljikovodični lanac . Proteini, zbog svojeg kemijskog sastava aktivno utječu na druge tvari. Budući da oni mogu imati pozitivno ili negativno nabijene grupe, dolazi do vezanja vode i drugih tvari na proteine. Za određivanje kakvoće pšeničnog brašna, proteini su najvažniji parametar. Oni daju tijestu svojstva elastičnosti, plastičnosti, omogućavaju zadržavanje plinova te u konačnici mogu dati kruh velikog volumena sa elastičnom i mekanom sredinom. Najbogatiji proteinima je aleuronski sloj(20-35 % ukupnih proteina), dok je u klici 17-27% proteina. U endospermu nalazimo od 5-16 % proteina, s time da ih više nalazimo u mekim pšenicama namijenjenim proizvodnji kruha (10-12 %). Albumini i globulini se u pšenici nalaze u malim količinama, dok su prolamin (glijadin) i glutelin (glutenin) složeno građeni i njihov udio varira ovisno o količini ukupno prisutnih proteina. Glijadin i glutenin tvore gluten. Na kakvoću brašna presudnu ulogu ima kakvoća i količina glutena, pri čemu značajniji utjecaj ima kakvoća. Glijadin je mekan i služi za povezivanje, dok glutenin daje čvrstoću. Zahvaljujući upravo glijadinu i gluteninu koji formiraju gluten, pšenica se razlikuje od ostalih žitarica (Kljusurić, 2000.).

LIPIDI

Lipidi su tvari iz kojih se hidrolizom dobivaju masne kiseline. Najpoznatiji lipidi su fosfolipidi (lecitini, kefalini i sfingomielini) i glikolipidi (glikozidi) sastavljeni od šećera (najčešće glukoze). Prema vrsti šećera koje sadrže mogu se podijeliti u glukozide, fruktozide, galaktozide, itd. i nešećerne komponente sa hidroksilnom skupinom (alkoholna ili fenolna). Kod pšenice su dokazana dva galaktozil-glicerol lipida: beta-D-halaktopiranozil-1-glicerol i alfa-D-galaktopiranozil-1,6-D-galaktopiranozil-1-glicerol. Lipidi se vezuju s proteinima u lipoproteinske komplekse koji otežavaju ekstrakciju lipida iz glutena (Kljusurić, 2000.).

PEPEO

Kako je vidljivo u **Tablici 1**, zrno pšenice sadrži od 1.5 do 2 % pepela, no on nije jednako raspoređen. U usporedbi sa endospermom, gdje na cjelokupnu masu nalazimo do 0,3 % pepela, na rubnim dijelovima zrna nalazimo veći udio pepela. Udio pepela je važan kako bi se odredio tip brašna.

VLAGA

Udio vode u zrnu varira, no općenito vrijedi da je optimalan udio između 13 i 14 % kod zrna pšenice, a kod brašna između 12 i 13 %. Vлага je važan parametar jer ukoliko je vлага preniska može doći do isušivanja proteina odnosno smanjenja sposobnosti bubrenja brašna i formiranja tijesta. Previsoke vrijednosti vlage uzrokuju povećanu enzimatsku aktivnost, a kao posljedica može doći i do bržeg razvoja mikroorganizama.

2.2. PŠENIČNO BRAŠNO

S obzirom na stupanj izmeljavanja pšeničnog brašna razlikujemo bijelo brašno T 400 i 550, polubijelo brašno T 700 i 850, crno pšenično brašno T 1100 i T 1600. Što je veći udio pepela, brašno ima veći tipizacijski broj te je ono tamnije. Bijelo brašno dobiva se iz središnjeg dijela zrna tj. endosperma, a ovisno o krupnoći razlikujemo glatko i oštro brašno. Glatko se koristi za kruh i peciva, dok je oštro za domaće biskvite, palačinke itd. Polubijelo brašno koristi se najčešće za proizvodnju kruha i peciva, dok je crno pšenično brašno ono koje sadrži najviše vitamina, minerala te vlakana. Glavno obilježje kruha koji je napravljen od takvog tijesta jest produljena svježina, ukoliko ga usporedimo sa kruhom dobivenog od bijelog brašna.

Brašno koje se dobije iz cijelog zrna sadrži sve dijelove zrna, a na tržištu je najčešće pod nazivom integralno pšenično brašno. Postoje i namjenska brašna koja su različitim preinakama procesa proizvodnje namijenjena specifičnim proizvodima poput primjerice brašna za dizanje tijesta.

2.2.1. Komponente kakvoće brašna

Kao što je već rečeno, brašno je smjesa čestica koje se međusobno razlikuju po veličini, obliku i kemijskom sastavu. Glavni sastojci u brašnu su škrob i proteini, a ostale komponente su celuloza, hemiceluloza, lipidi itd. Te se čestice razlikuju kemijski.

Do fizikalnih i kemijskih promjena u brašnu dolazi dodatkom vode, a sposobnost njenog upijanja u velikoj mjeri ovisi količini i kvaliteti proteina. Proteini upijaju vodu, bubre i stvaraju

koloidni sustav. Molekule proteina, osim što se međusobno povezuju, vodikovim vezama „zarobljavaju“ vodu u svoje spiralne lance vodikovim vezama. Osim proteina, čestice omotača također vežu vodu u brašnu. Iz tog razloga, tamnija brašna imaju veću sposobnost upijanja vode. Pentozani koji se nalaze u brašnu u topljivom i netopljivom obliku uz povećanje sposobnosti upijanja vode, povećavaju i konzistenciju tijesta te njegovu stabilnost.

Nakon dodatka vode u brašno dobivamo tijesto sa svojstvima plastičnosti, elastičnosti i viskoznosti. Tijesto mora imati odgovarajuću konzistenciju, a ona je određena dovoljnom količinom prisutne vode potrebne za kemijske reakcije tijekom fermentacije. Kvasac je otporan na određenu koncentraciju šećera, soli, masnoća, itd. samo u vodenim otopinama. Ukoliko nema dovoljno vode u tijestu radi osmotskog tlaka biti će onemogućen razvoj kvasca, a u konačnici i plina u dovoljnim koncentracijama.

Prema jačini razlikujemo jaka i slaba brašna. Jača brašna karakterizira veća sposobnost upijanja vode pri zamjesu tijesta, a dobiveno tijesto ima poželjnu rastezljivost i elastičnost te se iz takvih tijesta pečenjem dobiva kruh velikog volumena sa finom strukturom. Nasuprot njima, slaba brašna imaju znatno manju sposobnost upijanja vode te daju lošija tijesta koja nemaju dobru sposobnost zadržavanja plinova. U konačnici kruh dobiven pečenjem takvog tijesta je zbijen i neodgovarajuće strukture. Ista ta slaba brašna mogu prilikom zamjesa upiti određenu količinu vode te ju postupno otpuštati, pa dobiveno tijesto postaje ljepljivo i ne daje dobar kruh.

Općenito gledano, kakvoća brašna najviše ovisi o količini i kakvoći glutena. Kao što je prethodno rečeno, proteini vežu vodu i bubre. Za kakvoću brašna dva važna svojstva su sposobnost bubrenja te prisutnost vode. Bubrenje proteina ovisi o sorti pšenice i stanja koagulacije proteina koje nastaje još u procesu zrenja pšenice. Svojstva tijesta ovise o prisutnosti glutenskih čestica po jedinici tijesta i sposobnosti glutena da upijanjem vode bubri. Ukoliko je količina proteina mala te moć bubrenja slaba neće doći do povezivanja glutenskih čestica te neće doći do tvorbe odgovarajućeg tijesta, nego tijesto postaje obična plastična masa.

Upotrebom prevelike količine vode dobiva se suspenzija, a ne tijesto. Kad postoji više međusobnih kontakata proteinskih vlakana, veze glutena su čvršće. Kod postupka ispiranja glutena vodom, ispiru se granule škroba koje razdvajaju proteinska vlakna, pa se njihovim uklanjanjem oblikuje glutenska kuglica.

2.2.2. Vrste brašna prema namjeni

BRAŠNA ZA PROIZVODNJU TJESTENINA

Kvalitetno proizvedena tjestenina mora se odlikovati određenim svojstvima: prirodnom žutom bojom, glatkom površinom i čvrstoćom te mora posjedovati određenu otpornost na mehanička naprezanja, ali i sposobnost očuvanja oblika prilikom kuhanja. Količina vode koju je potrebno dodati brašnu kako bi se tijesto moglo dobro prešati ponajprije ovisi o osobinama glutena, ali i o granulaciji brašna. Za dobro prešanje, brašna s većim udjelom glutena zahtijevaju i veću količinu vode. Voda koja je vezana u proteinima teško se uklanja uzrokujući jače skupljanje tijesta. Iz navedenog, moguće je zaključiti da se tjestenine koje imaju više glutena dulje suše. Vlažni gluten utječe i na mehaničku čvrstoću i njegovo ponašanje kod kuhanja, a tjestenina će imati lošu kvalitetu ukoliko je količina glutena mala, a njegova kvaliteta loša.

Kod sušenja voda će najprije odlaziti sa površine, a tek onda difuzijom kroz kapilare tjestenine i iz unutrašnjosti tjestenine. Ipak, ako je izlazak vode sa površine intenzivniji nego njeno doticanje iz unutrašnjosti onda će se vanjski dijelovi jače skupljati što može dovesti do krivljenja i pucanja proizvoda. Tu pojavu moguće je spriječiti povećanjem vlažnosti i temperature zraka. Zato je za tjesteninu potrebno izabrati brašno čije će se tijesto što manje skupljati prilikom sušenja, a konačni proizvod imati potrebnu mehaničku čvrstoću.

Brašno koje se koristi za tjesteninu treba imati određena svojstva:

- optimalan udio i kvalitetu glutena koji osigurava dovoljnu mehaničku čvrstoću tijesta, ali koji neće otežati sušenje ili uzrokovati pucanje proizvoda;
- čestice krupnije od čestica brašna za proizvodnju kruha kako bi se smanjila sposobnost upijanja vode tj. skupljanje pri sušenju i opasnost od pucanja;
- žućkasti odsjaj kao posljedica veće količine karotena, a postiže se krupnijim mljevenjem;
- brašna od pšenica koje imaju visoku staklavost daju proizvode veće mehaničke čvrstoće, ali i veću otpornost na raskuhavanje.

Sve navedeno su osobine brašna dobivenih mljevenjem tvrdih durum pšenica. One imaju čvrst kratak gluten koji je otporan na rastezanje, visok udio proteina, ali i tvrda staklasta zrna. Tjestenine koje se dobiju od takve pšenice imaju poželjnu žućkastu boju, otpornost na

mehanička naprezanja, kuhanjem ne gube svoju formu i ne dolazi do sljepljivanja te se ne raskuhavaju.

Tvrda pšenica s visokim udjelom glutena daje tjestenine koje imaju bolje osobine kod kuhanja. Bolje osobine kod kuhanja imaju one čiji je gluten kratak tj onaj čiji ekstenzogrami daju velike vrijednosti otpora na rastezanje (Đaković, 1980.).

BRAŠNO ZA BISKVITE, KEKS I KOLAČE

Brašna koja su potrebna za ovu grupu proizvoda su slabija brašna sa rastezljivim, elastičnim glutenom jer zbog manjeg sadržaja vode neće davati deformirane proizvode.

Kod biskvita važna je dobra želatinizacijska sposobnost škroba. Ako je ta sposobnost preniska ne dobije se zadovoljavajuća kvaliteta proizvoda jer se želatinizacija odigrava presporo, dolazi do preranog izdvajanja vode pa kod pečenja prečvrstih tijesta ne dolazi do želatinizacije. Brašno za ovu grupu proizvoda mora imati visoku sposobnost želatinizacije.

Ako se koristi brašno sa žilavim, neelastičnim i čvrstim glutenom to brašno može se i korigirati kako bi se dobila mekša i plastičnija tijesta pogodnija za preradu. To se primjerice može postići dodatkom škroba, proteolitičkih enzima, masnoća, šećera, redukcijskih sredstava, duljim odležavanjem tijesta itd. L-cistein primjerice u malim količinama brzo omekšava tijesto te tako skraćuje vrijeme miješanja, ali i daje bolju homogenost te smanjuje otpor rastezanju.

Za proizvode u čijoj recepturi je predviđen dodatak masti potrebno je dodavati i emulgatore. Tako se masnoće bolje raspoređuju te su kapljice sitnije. Emulgatori pozitivno utječu na volumen proizvoda, daju mekšu sredinu, bolji okus te u konačnici omogućuju da gotov proizvod dulje zadrži meku sredinu. Najčešće se dodaju monogliceridi, a dodatkom minimalnih količina u tijesto za kolače smanjuje se vrijeme potrebno za obradu, povećava se stabilnost proizvoda, a bolja je i poroznost proizvoda (Đaković, 1980.).

Čajno pecivo i krekeri slični su po sastavu, ali se razlikuju u procesima proizvodnje i receptima. Najvažniji sastojci za proizvodnju su brašno, šećeri, i masnoće. Brašna koja se koriste su slaba, iako se za krekeri koriste brašna s nešto jačim glutenom koji je važan za kvalitetu gotovog proizvoda. Čajna peciva sadrže više udjele šećera (najčešće saharoza) i masti. Glavna razlika u recepturi je u koncentraciji šećera, kod proizvodnje krekeri se dodaje manje od 30 %, a u proizvodnji čajnih peciva više od 30 %. Kod krekeri je razvoj glutena kritična faza kod zamjesa

tijesta, a olakšan je zbog nižeg udjela šećera. Stoga se proizvodnja provodi s mekim pšenicama koje imaju veću kvalitetu i jačinu glutena. S druge strane, kod čajnog peciva razvoj glutena je spriječen. Oba ova proizvoda imaju nizak udio vlage, a proizvedeni su od brašna s niskom sposobnošću vezanja vode te s manjim udjelom oštećenog škroba i u vodi topljivih pentozana. Prisutnost oštećenog škroba nastalog prilikom mljevenja ili u vodi topljivih pentozana povećava sposobnost zadržavanja vode što nije dobra karakteristika brašna za krekerne i čajna peciva. Takva brašna uzrokuju nepotrebno povećanje vremena pečenja i temperature kako bi se otparila voda budući da je potrebno uskladiti i vlagu, ali i boju konačnog proizvoda. To dakle, ima nepotrebne negativne učinke.

Polimerizacija je kritična točka kod miješanja tijesta i pečenja keksarskih proizvoda. Jedno od istraživanja govori o utjecaju različitih otopina šećera na brzinu razvoja tijesta od mekih sorti pšenica pomoću miksografa. Rezultati su pokazali da dolazi do porasta vremena potrebnog za razvoj tijesta kod onih brašna koja su bila tretirana većim koncentracijama šećera i to zbog smanjene mobilnosti samog tijesta, a ne radi smanjenog udjela vode dostupnog za miješanje. Previše šećera u zamjesu čini brašno slabim (pri koncentracijama većim od 30 % gluten se ne može razviti u uobičajenom vremenu miješanja, iako se razvoj ipak može postići na povišenim temperaturama ili produljenim vremenom miješanja). Čak su i uobičajene enzimatske reakcije inhibirane kod visokih koncentracija šećera. Kod dodatka enzima poput proteaza u tijesto koje je napravljeno s 50%-tnom otopinom šećera, one nisu uspostavile svoje djelovanje. U usporedbi s vodom, koncentrirane otopine šećera djeluju negativno na polimerizaciju što negativno utječe na želatinizaciju škroba te ju u najgorem slučaju i inhibira (Kweon i sur., 2013.).

BRAŠNO ZA VAFLE

Brašna za vafle moraju imati osobine koje u gotovom proizvodu sprječavaju pojavu deformacije te mu osiguravaju određenu mehaničku čvrstoću. Za vafle je potrebno koristiti slaba brašna koja su fino samljevenja te siromašna glutenom. Brašno koje ima nisku klajsterizacijsku viskoznost daje meke vafel listove, dok kod previsoke viskoznosti nastaju krhki i lomljivi vafli. Vrlo je važna i količina upijanja vode nekog brašna jer tijesto mora postići određenu gustoću. Ako je gustoća veća, otežano je doziranje tijesta pri radu, a proizvodi mogu ostati nepečeni. Smanjenom gustoćom povećani su gubici pečenjem. Poželjna su brašna s manjom sposobnošću vezanja vode.

BRAŠNO ZA PEKARSTVO

Brašno koje koristimo u pekarstvu mora davati tijesto koje ima:

- dobru sposobnost vezanja vode,
- veliku sposobnost zadržavanja plina tijekom fermentacije,
- dobru stabilnost tijesta pri fermentaciji te mali stupanj omekšanja kod miješanja i odležavanja.

Da bi se napravio dobar kruh, brašno moramo promatrati kroz svojstva njegovih proteina. Miješanjem brašna s vodom dolazi do formiranja glutena. Brašna koja su dobivena od jakih pšenica prilikom miješanja s vodom daju tijesta koja kasnijim pečenjem daju proizvode velikog volumena i pravilne strukture kore. Udio proteina važan je jer postoji proporcionalni odnos između udjela proteina i specifičnog volumena pekarskog proizvoda. Da bi se dobio kruh bolje kvalitete poželjno je da svježe samljeveno brašno odstoji jedan do dva mjeseca. Poboljšanje brašna nastupit će brže ukoliko je ono izloženo zraku jer zbog lipolitičke aktivnosti dolazi do povećanja udjela masnih kiselina te se kao posljedica smanjuje broj disulfidnih veza. Lipolitička aktivnost se duljim stajanjem djelovanjem lipooksidaze smanjuje. Sazrijevanje brašna se može ubrzati kemijskim poboljšivačima koji djeluju na fizikalna svojstva glutena tijekom fermentacije dajući u konačnici kruh bolje kvalitete. Brašno koje je odstajalo, za razliku od svježe samljevenog, ima povećanu otpornost tijesta na različite uvjete fermentacije, sredinu s boljom teksturom te daje proizvod većeg volumena. Sredstva za poboljšavanje poput askorbinske kiseline osim na tehnološko poboljšanje, pozitivno djeluju i na boju sredine kruha. Osim toga elastičnost tijesta u koje su dodani poboljšivači je veća budući da povećavaju zadržavanje CO₂ u tijestu, ali ne djeluju na povećanje njegovog udjela.

Brašno namijenjeno proizvodnji kruha mora imati:

- proteine koji su hidratizirani što daje gluten koji zadovoljava u pogledu elastičnosti, jačine i stabilnosti,
- djelovanje amilolitičkih enzima na oštećeni škrob mora dati potrebnu količinu šećera te podržavati aktivnost enzima kvasaca tijekom fermentacije,
- vlagu manju od 14 % te zadovoljavajuću boju.

Svi ti zahtjevi odnose se na jaka brašna s velikim sadržajem proteina.

2.2.3. Mogućnost utjecaja na kvalitetu brašna

Na kvalitetu brašna može se djelovati na niz različitih načina:

- dodatak enzima brašnu ili tijestu (α -amilaza, pentozanaza, celulaza, laktaza, itd.) kako bi se povećala dijastatička moć brašna, sposobnost razvijanja plinova ili sposobnost potamnjenja kore-dodaju se jakim brašnima da se dobije elastičnije tijesto i proizvodi većeg volumena;
- dodavanje raznih dodataka koji utječu na poboljšanje kvalitete gotovog proizvoda poput šećera, lecitina, površinski aktivnih tvari, masnoća, itd.;
- dovođenje granulometrijskog sastava brašna u granicu najbolju za dobivanje kvalitetnog proizvoda;
- odležavanje brašna pri čemu dolazi do procesa oksidacije i promjena u kvalitetu glutena, a te promjene su izraženije, ako je brašno slabije;
- pravilan izbor brašna

Na slabija brašna dobar utjecaj ima dodatak askorbinske kiseline koja je oksidacijsko sredstvo. Princip njegova djelovanja zasniva se na kisiku, koji se u tijesto ugrađuje prilikom miješanja uzrokujući oksidaciju askorbinske kiseline do dehidroaskorbinske kiseline. Pozitivno djelovanje dehidroaskorbinske kiseline rezultat je njenog djelovanja na glutation uz prisustvo glutationdehidrogenaze gdje dolazi do oksidacije glutationa u disulfid. Dodatkom askorbinske kiseline raste jačina slabih brašna te otpor na rastezanje, a smanjuje se rastezljivost tijesta i u konačnici dobijemo proizvode većeg volumena.

Na kvalitetu kruha i peciva također pozitivan utjecaj ima i dodatak hidrokoloida. Oni, u manjim količinama, poboljšavaju sposobnost upijanja i vezanja vode te reološka svojstva tijesta. Tako dobiveni proizvodi imaju mekšu sredinu te dulje održavaju svježinu.

2.3. NAČELA METODA RETENCIJSKE SPOSOBNOSTI BRAŠNA (SRC)

Kvaliteta brašna je ona koja najviše doprinosi kvaliteti finalnih proizvoda. Ocjenjivanje kvalitete važan je zadatak za uzgajivače, mlinare i pekare kako bi se mogli izabrati dobri pšenični kultivari s najboljim osobinama vezanim uz uzgoj, mljevenje i pečenje.

Gluten, škrob i pentozani odgovorni su za upijanje vode tijekom zamjesa tijesta pri čemu imaju različite kapacitete zadržavanja iste. Puno veći kapacitet vezanja vode od glutena i škroba imaju u vodi topljivi pentozani. Različiti tipovi brašna imaju različite udjele pojedinih komponenata koje različito doprinose svojstvima brašna i finalnim proizvodima. Kao što je već rečeno keksarski proizvodi zahtijevaju brašna dobivena iz mekih pšenica, dakle brašna sa slabim upijanjem vode dok je kod pekarskih proizvoda obrnuta situacija. Kako bi se dobio dobar finalni proizvod potrebno je analizirati funkcionalni doprinos svake komponente iz brašna. Za ispitivanje utjecaja kvalitete brašna na kvalitetu gotovih proizvoda postoje brojne metode, poput ispitivanja reoloških svojstava ili testova pečenja kruha, ali niti jedna od tradicionalnih metoda ne pokazuje utjecaj pojedinih komponenti iz brašna, nego cjelokupan utjecaj nekog brašna na finalni proizvod. Sve tri promatrane funkcionalne komponente iz brašna, na sobnoj temperaturi doprinose reološkim svojstvima tijesta podjednako, pa ukoliko imamo mješavinu dva brašna teško je odrediti koja od tri komponente utječe na reološki profil. U nativnom škrobu amilopektin se oslobađa tek na temperaturama od oko 80 °C, no kad je škrob oštećen mljevenjem amilopektin se može osloboditi i na sobnoj temperaturi te povećava viskoznost suspenzije brašna. Kako tradicionalne metode uglavnom ispituju cjelokupno djelovanje proteina, oštećenog škroba ili u vodi topljivih pentozana, oni nam daju općenite podatke o nekom brašnu bez jasnih smjernica koja od funkcionalnih komponenti u brašnu utječe na promjenu nekog svojstva samog brašna. Upravo iz tog razloga uvedena je SRC metoda. SRC metoda je solvacijska analiza bazirana na povećanom bubrenju individualnih mreža polimera u otapalima: destiliranoj vodi, otopini mliječne kiseline, otopini natrijevog karbonata i otopini saharoze. SRC metoda upotrebom navedenih otapala ima sposobnost predvidjeti funkcionalni doprinos pojedinih komponenata brašna (Kweon i sur., 2011.).

Ono što ovu metodu razlikuje od ostalih jest to da daje jasnu sliku utjecaja neke polimerne frakcije na kvalitetu brašna i gotovih proizvoda. Temelji se na razlici svojstava topljivosti polimera u različitim otopinama. Otopine se koriste kako bi se identificiralo koja je komponenta brašna odgovorna za njegovo bubrenje. Voda je referentna otopina - može otopiti sve 3

polimerne komponente brašna različitim intezitetom. Pšenični gluten može po jednom g osušenog glutena upiti 2,8 g vode dok neglutenski proteini upijaju neznatnu količinu vode. Nativni pšenični škrob po jednom g suhog pšeničnog škroba upije 0,3 do 0,45 g vode, a oštećeni škrob 1.5 do 2 g, dok želatinizirani škrob upije oko 10 g vode. U vodi topljivi pentozani (arabinoksilan) mogu apsorbirati 10 g vode po g suhog pentozana. Svrha ostala tri otapala jest naglasiti doprinos jednog od komponenata u odnosu na doprinos kod bubrenja u vodi. Sposobnost zadržavanja vode odnosi se na sve komponente brašna, retenciju otopine mliječne kiseline vežemo za karakteristike glutenina, natrij karbonata za količinu oštećenog škroba te otopinu saharoze za svojstva pentozana.

Brašno dobiveno s manjim stupnjem izmeljavanja pokazuje veću sposobnost upijanja vode, otopine saharoze i natrijevog karbonata, a manju vrijednost upijanja otopine mliječne. Kod industrijskog mljevenja uvijek je važno imati brašno jednake konzistencije, naročito tijekom ljeta kod prelaska s brašna dobivenog iz starog usjeva na ono iz nove žetve. Kad se miješa brašno iz novog pšeničnog usjeva, vrijednost SRC-a mora biti jednaka onoj u brašnu od pšenice iz starih usjeva te se na taj način dobiva potpuno siguran i točan način ujednačavanja kvalitete brašna.

Brašno za keksarsku proizvodnju zahtijeva malu apsorpciju vode jer se dobiva tijesto koje se manje lijepi te proizvod s manjim udjelom vlage i produljenom trajnošću. U vodi topljivi pentozani su kritični za brašna ove namijene, a njihovo djelovanje možemo utvrditi pomoću vodene otopine saharoze. Tako ono brašno koje upija više otopine saharoze neće biti pogodno za proizvodnju brašna za keksarstvo jer može uzrokovati povećanje vlage keksarskog proizvoda i smanjiti mu vijek trajanja. Mliječna kiselina, koja prezentira djelovanje glutena u brašnu daje uvid u kakvoću brašna, ali je kod brašna za keksarstvo važno proučavati sve tri funkcionalne komponente.

Palačinke i vafel proizvodi dobiveni su od tekućeg tijesta od brašna mekih pšenica. Viskoznost takvih tijesta esencijalna je u proizvodnji ujednačenih proizvoda, a najbolju predodžbu o viskoznosti nekog tijesta daju u vodi topljivi pentozani i gluten te je poželjno da ih u takvim tijestima ima što više. Ako je tijesto za palačinke debelo dobiju se palačinke s manjim promjerom i većom visinom i obratno (Kweon i sur., 2011.).

Upotrebom SRC metode unaprijed možemo odrediti kako utjecati na pojedino brašno prilikom mljevenja, promjenom omjera mješavine pšenica ili uvjeta temperiranja. Nježno mljevenje neke

pšenice na laboratorijskom mlinu na 70 % iskorištenje omogućuje najbolje ispitivanje uzoraka SRC metodom.

Zlatni standard za brašna za proizvodnju čajnog peciva su sljedeće SRC vrijednosti: $SRC_{H_2O} \leq 51$ %, $SRC_{Mliječna\ kis.} \geq 87$ %, $SRC_{Na_2CO_3} \leq 64$ %, $SRC_{Saharoz} \leq 89$ %, a optimalne vrijednosti za proizvodnju krekeri: $SRC_{H_2O} \leq 57$ %, $SRC_{Mliječna\ kis.} \geq 100$ %, $SRC_{Na_2CO_3} \leq 72$ %, $SRC_{Saharoz} \leq 96$ %.

Kako bi se izbjegla mogućnost utjecaja drugih otopina na jakost glutensk, uveden je parametar GPI (gluten performance indeks) = $SRC_{Mliječna\ kis.} / (SRC_{Na_2CO_3} + SRC_{Saharoz})$ kako bi se bolje opisala svojstva glutena.

SRC tehnologija bazirana je na sposobnosti polimerizacije nabubrenih mreža, a ne na ekstrakciji otopljenih tvari pomoću otapala. Ako je topljiva tvar previše razrijeđena, onda se polimeri koji tvore mrežu mogu ekstrahirati u otapalu. ali tek u točnim omjerima otapala i topljive tvari polimeri koji stvaraju mreže dostupni su otapalu, ali se ne mogu ekstrahirati te tvore mrežu koja zadržava otapalo tijekom sile od 1000 x g koja se javlja tijekom centrifugiranja. Za globularne glijadine, koji ne tvore mreže, ekstrakcijsko otapalo je etanol, te je upotrebom vodene otopine etanola moguće odrediti gubitak proteina u supernatantu u SRC tehnologiji. Opisana metoda, s etanolom kao otapalom, je još u razvoju i predstavlja potencijal za budućnost (Kweon i sur., 2011.).

Ispitivanjem brašna za čajna peciva upotrebom SRC metode mogu se predvidjeti promjene u dimenzijama čajnog peciva tijekom pečenja. SRC metoda sve se više primjenjuje i kod uzgajivača, mlinara i pekara te kod proizvodnje hrane za doručak, gdje se rezultati ispitivanja mogu kvalitetno iskoristiti za određivanje kvalitete mljevenja i pečenja za meka i tvrda brašna. Iako se SRC metoda koristi najčešće za procjenu mekih pšenica, jedno od istraživanja govori i o testiranju na tvrdim ozimim pšenicama da bi se ispitala kvaliteta u konačnici od nje dobivenog kruha. Otopina mliječne kiseline povezana je sa kvalitetom glutena tj. sa volumenom vekne kruha.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je ispitati kvalitetu brašna sorti ozime pšenice roda 2017. godine pomoću metode za određivanje retencijske sposobnosti brašna (SRC) prema različitim otapalima te usporediti dobivene rezultate s rezultatima ispitivanja udjela proteina i vlažnog glutena, sedimentacijske vrijednosti i farinografskih i ekstenzografskih pokazatelja kvalitete.

3.2. MATERIJALI

U istraživanju je korišteno brašno dobiveno od 10 različitih sorti ozime pšenice roda 2017. godine zasijanih na osječkom i zagrebačkom području (ukupno 20 uzoraka). Za određivanje retencijske sposobnosti brašna (SRC) prema različitim otapalima upotrebljeni su deionizirana voda, 50%-tna otopina saharoze, 5%-tna otopina mliječne kiseline, i 5%-tna otopina natrijevog karbonata.

3.3. METODE

Određivanje retencijske sposobnosti brašna (SRC)

Ispitivanja su provedena prema standardnoj AACC metodi 56-11.02.

U ovoj metodi se 5 g brašna važe u polipropilenske kivete za centrifugiranje konusnog dna veličine 50 ml te se dodaje 25 g odgovarajućeg otapala. Nakon što su za željeni uzorak dodane otopine kivete se zatvore te se snažno promiješaju, a miješanje se ponavlja nakon 5, 10 i 15 minuta nakon čega se stavljaju u uređaj za centrifugiranje. Svrha snažnog miješanja jest raspršivanje brašna bez grudica. Slijedi centrifugiranje na 1000 x g 15 minuta. Nakon centrifugiranja supernatant se odlije i tube se okrenu naopako i suše 10 minuta te se potom važu. Retencijska sposobnost brašna utvrđuje sljedećom formulom za svako od otapala:

$$\%SRC = \left[\frac{m(gel)}{m(brašno)} - 1 \right] \times \left[\frac{86}{100 - \%vlage} \right] \times 100 \quad (1)$$

Udio proteina određen je prema standardnoj metodi ISO 20483 (Metoda po Kjeldahu). Metoda se temelji na određivanju udjela dušika i množenju s faktorom 5,7.

Udio vlažnog glutena određen je prema standardnoj metodi ISO 21415-1

Sedimentacijska vrijednost određena je prema standardnoj metodi ISO 5529.

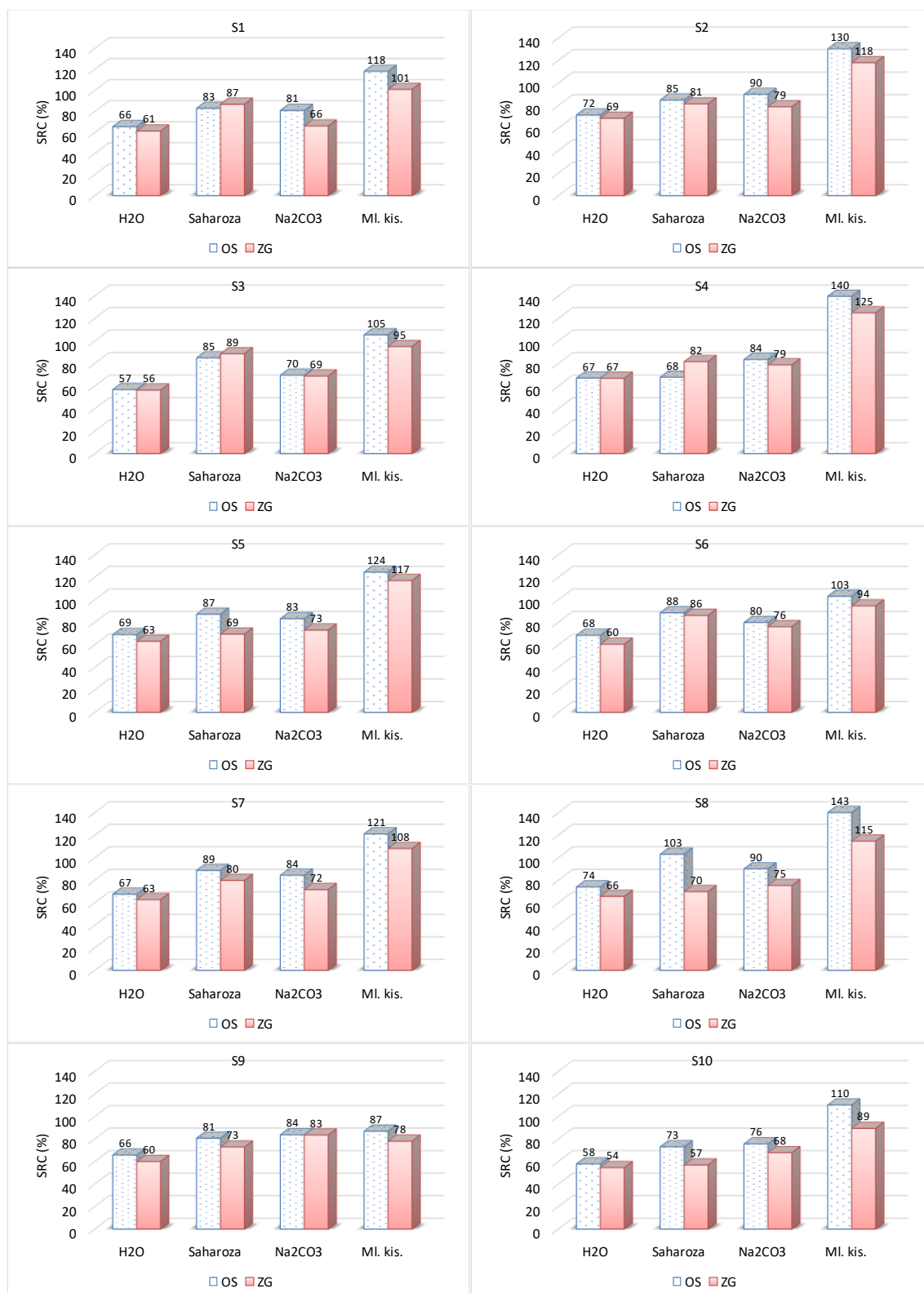
Farinografska ispitivanja su provedena prema standardnoj ICC metodi 115/1.

Ekstenzografska ispitivanja su provedena prema standardnoj ICC metodi 114/1.

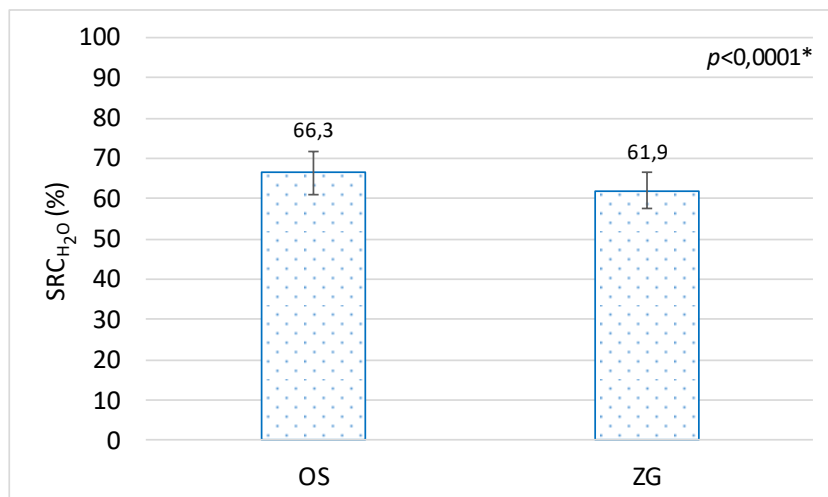
Statistička obrada rezultata provedena je upotrebom programa Statistica 13.1 (Statsoft, SAD).

4. REZULTATI

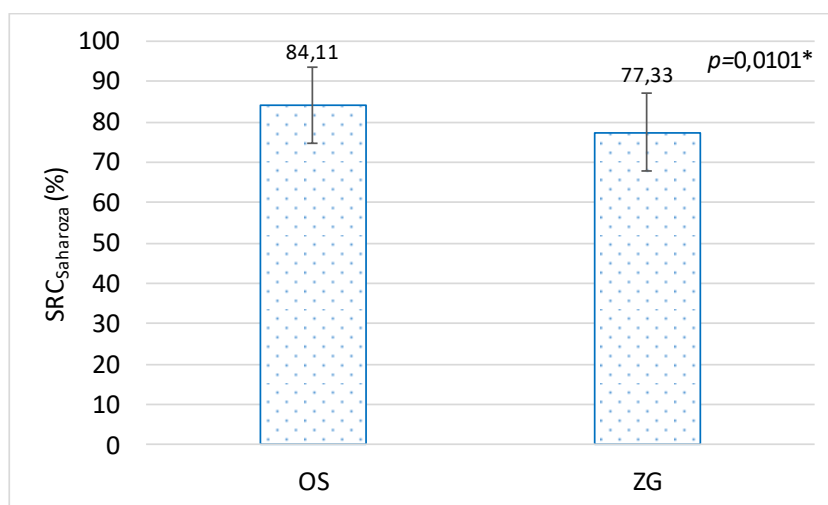
4.1. ISPITIVANJE RETENCIJSKE SPOSOBNOSTI BRAŠNA (SRC)



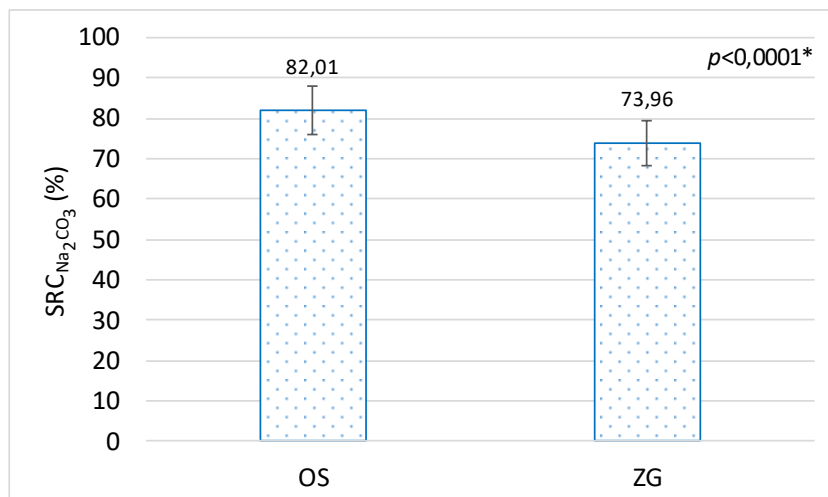
Slika 1 Retencijska sposobnost brašna različitih sorti pšenice s osječkog i zagrebačkog područja



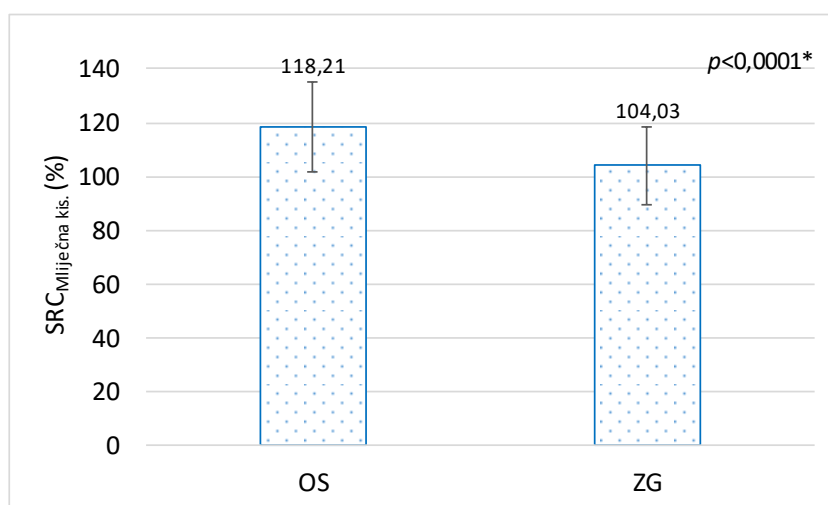
Slika 2 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja vode sorti pšenice na osječkoj i zagrebačkoj lokaciji



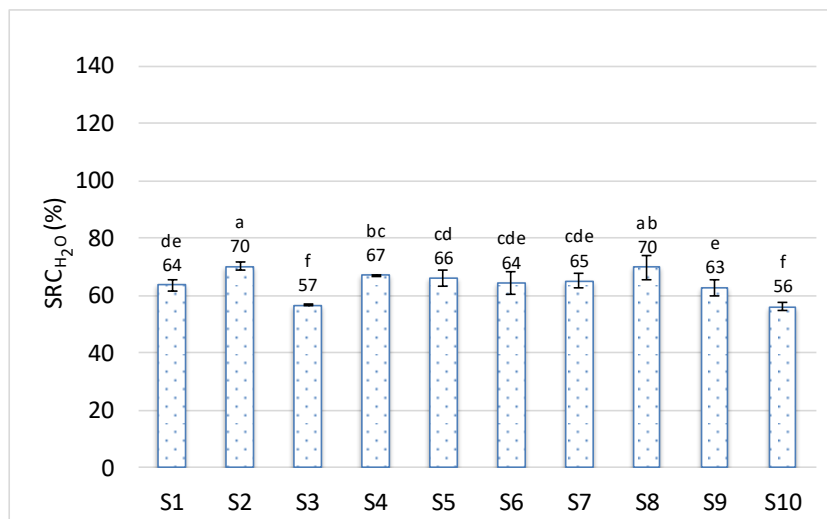
Slika 3 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja otopine saharoze sorti pšenice na osječkoj i zagrebačkoj lokaciji



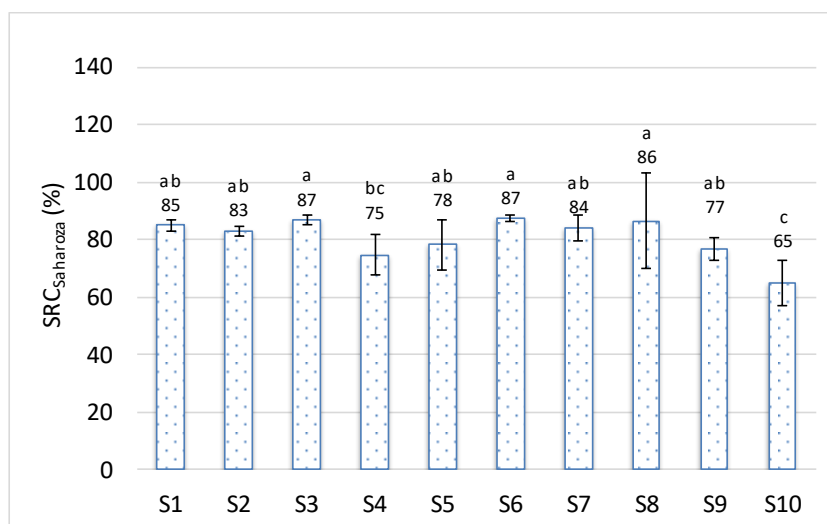
Slika 4 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja otopine natrijevog karbonata sorti pšenice na osječkoj i zagrebačkoj lokaciji



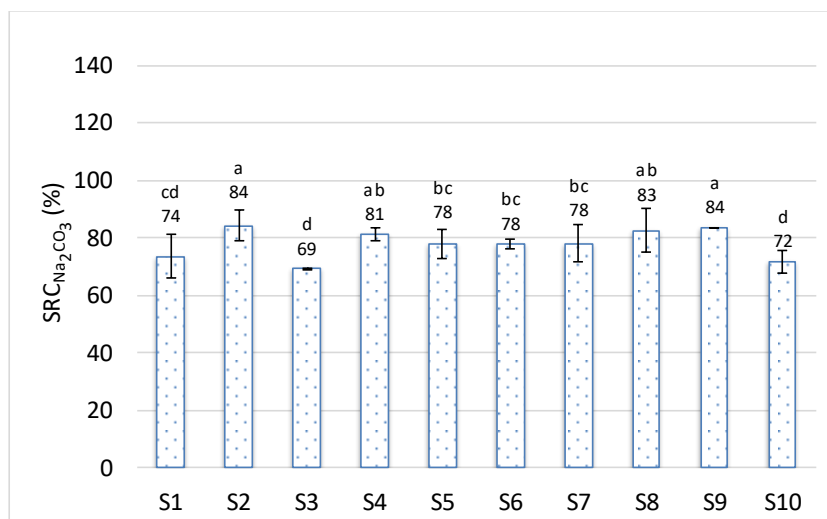
Slika 5 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja otopine mliječne kiseline sorti pšenice na osječkoj i zagrebačkoj lokaciji



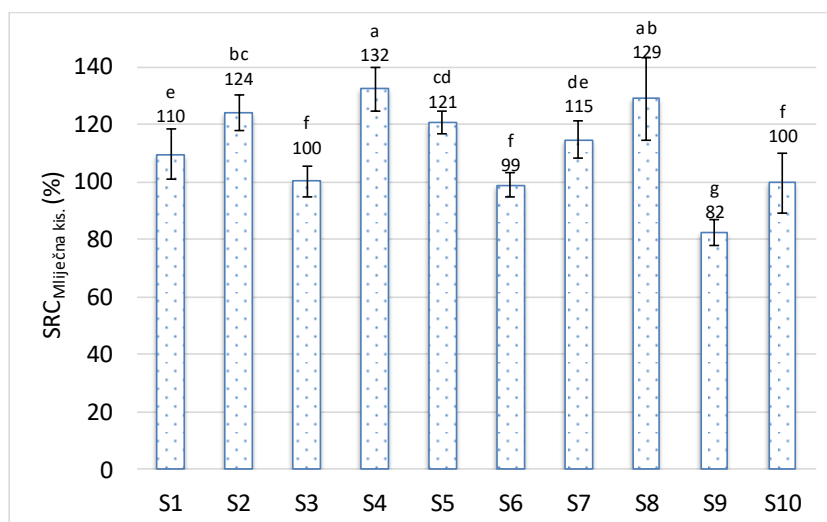
Slika 6 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja vode različitih sorti pšenice neovisno o lokaciji



Slika 7 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja otopine saharoze različitih sorti pšenice neovisno o lokaciji



Slika 8 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja otopine natrijevog karbonata različitih sorti pšenice neovisno o lokaciji



Slika 9 Prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja otopine mliječne kiseline različitih sorti pšenice neovisno o lokaciji

4.2. ANALIZA PROTEINSKE KOMPONENTE BRAŠNA

Tablica 3 Pokazatelji količine i kvalitete proteina

Uzorak	Udio proteina (%)	Sedimentacijska vrijednost (cm ³)	Kvalitativna klasa	Udio vlažnog glutena (%)
S1 (OS)	13,9	33,5	II	25,3
S1 (ZG)	11,5	25,5	III	18,2
S2 (OS)	13,8	44,5	I	27,2
S2 (ZG)	12,1	31,5	II	22,1
S3 (OS)	11,1	20	III	20,0
S3 (ZG)	11,1	16,5	v.k.	20,3
S4 (OS)	14,3	54	I	27,5
S4 (ZG)	12,2	36	II	22,6
S5 (OS)	14,5	55	I	33,6
S5 (ZG)	12,5	38,5	II	27,8
S6 (OS)	13,8	28,5	III	26,2
S6 (ZG)	12,2	20,5	III	21,9
S7 (OS)	14,1	36	II	26,6
S7 (ZG)	11,9	20,5	III	19,4
S8 (OS)	14,6	54	I	30,5
S8 (ZG)	12,3	34,5	II	21,9
S9 (OS)	12,6	20	III	30,3
S9 (ZG)	11,5	15,5	v.k.	24,5
S10 (OS)	11,4	26,5	III	19,3
S10 (ZG)	9,9	17	v.k.	14,5
OSIJEK	12,8±1,0	32,8±9,7	-	24,6±3,7
ZAGREB	11,1±0,8	24±6,2	-	18,8±3,5
<i>p</i>	<0,0001*	0,0003*	-	<0,0001*

*označene vrijednosti ukazuju na statistički značajnu razliku u svojstvima sorti u odnosu na različitu lokaciju ($p < 0,05$)

4.3. ISPITIVANJE REOLOŠKIH SVOJSTAVA BRAŠNA

Tablica 4 Farinografski pokazatelji kvalitete

Uzorak/ Lokacija	Sposobnostup ijanjanja vode (%)	Razvoj tijesta (min)	Stabilnost (min)	Rezistencija (min)	Stupanj omekšanja (FJ)	Kvalitetni broj	Grupa kvalitete
S1 (OS)	61,1	1,6	1,2	2,8	60	57,5	B1
S1 (ZG)	58,8	1,3	0,4	1,7	85	47,6	B2
S2 (OS)	64,6	1,6	0,8	2,4	95	47,4	B2
S2 (ZG)	62,4	1,2	1,1	2,3	110	42,7	C1
S3 (OS)	54,9	1,1	0,7	1,8	120	38,3	C1
S3 (ZG)	55,9	0,9	0,4	1,3	145	27,8	C2
S4 (OS)	62,9	1,8	1,2	3	75	57,3	B1
S4 (ZG)	62,5	1,8	0,6	2,4	105	44,5	C1
S5 (OS)	63,8	1,9	1,3	3,2	75	56,4	B1
S5 (ZG)	59,8	1,6	0,7	2,3	105	44,8	C1
S6 (OS)	63	1,7	0,7	2,4	130	45,6	B2
S6 (ZG)	60,5	1,3	0,7	2	135	36,7	C1
S7 (OS)	62,6	1,8	0,6	2,4	50	65,2	B1
S7 (ZG)	59,4	1,4	0,8	2,2	100	46,0	B2
S8 (OS)	65,5	1,5	1,3	2,8	70	56,8	B1
S8 (ZG)	60,9	1,4	0,7	2,1	120	39,1	C1
S9 (OS)	65	1,8	0,7	2,5	145	43,4	C1
S9 (ZG)	61,4	1,5	0,8	2,3	140	43	C1
S10 (OS)	58,4	1,2	0,5	1,7	115	31,7	C1
S10 (ZG)	54,4	1,0	0,3	1,3	150	27,2	C2
OSIJEK	60,9±3,3	1,5±0,3	0,8±0,3	2,2±0,5	99,8±22,7	45,5±8,3	-
ZAGREB	58,8±2,6	1,2±0,2	0,6±0,2	1,8±0,3	129,3±18,6	36,5±6,1	-
<i>p</i>	0,0162*	0,0025*	0,0082*	0,0009*	<0,0001*	<0,0001*	-

*označene vrijednosti ukazuju na statistički značajnu razliku u svojstvima sorti u odnosu na različitu lokaciju ($p < 0,05$)

Tablica 5 Ekstenzografski pokazatelji kvalitete

Uzorak	Energija (cm ²)	Rastezljivost (mm)	Otpor (EJ)	Maksimalni otpor (EJ)	O/R (EJ/mm)
S1 (OS)	103	125	500	635	4,00
S1 (ZG)	72	104	460	545	4,42
S2 (OS)	104	115	595	685	5,17
S2 (ZG)	81	113	490	555	4,34
S3 (OS)	74	95	560	615	5,89
S3 (ZG)	60	99	440	480	4,44
S4 (OS)	125	143	475	655	3,32
S4 (ZG)	117	124	575	730	4,64
S5 (OS)	109	152	350	555	2,30
S5 (ZG)	105	130	455	625	3,50
S6 (OS)	31	105	215	265	2,05
S6 (ZG)	38	104	265	300	2,55
S7 (OS)	107	94	615	920	6,54
S7 (ZG)	83	108	500	595	4,63
S8 (OS)	130	143	510	675	3,57
S8 (ZG)	102	117	595	705	5,09
S9 (OS)	17	98	140	140	1,43
S9 (ZG)	17	91	150	150	1,65
S10 (OS)	93	119	460	565	3,87
S10 (ZG)	48	77	505	515	6,56
OSIJEK	90,5±24,4	112,3±16,9	511,9±130,5	621,9±151,7	4,7±1,6
ZAGREB	69,1±21,5	100,3±14,2	483,1±106,1	538,9±124,9	4,9±1,4
<i>p</i>	0,0015*	0,0078*	0,3882	0,036*	0,5916

*ozna čene vrijednosti ukazuju na statistički značajnu razliku u svojstvima sorti u odnosu na različitu lokaciju ($p < 0,05$)

4.3. KORELACIJSKA MATRICA DOBIVENIH REZULTATA ISPITIVANJA

Tablica 6 Korelacijska matrica različitih pokazatelja kvalitete

		Retencijska sposobnost (SRC)			
		H ₂ O	Saharozna	Na ₂ CO ₃	Mliječna kis.
SRC	H ₂ O	-	0,4840*	0,8013*	0,7189*
	Saharozna	0,4840*	-	0,3476	0,2843
	Na ₂ CO ₃	0,8013*	0,3476	-	0,5016*
	Mliječna kiselina	0,7189*	0,2843	0,5016*	-
PROTEINI	Udio proteina (%)	0,8685*	0,4802*	0,7978*	0,7099*
	Sedimentacijska vrijednost (cm ³)	0,7795*	0,2378	0,6240*	0,9099*
	Udio vlažnog glutena (%)	0,7474*	0,3922	0,7964*	0,4605*
FARINOGRAM	Sposobnost upijanja vode (%)	0,9129*	0,4027	0,8857*	0,4900*
	Razvoj tijesta (min)	0,7097*	0,1577	0,6922*	0,4324
	Stabilnost (min)	0,6841*	0,3083	0,6543*	0,6130*
	Rezistencija (min)	0,8086*	0,2714	0,7810*	0,6078*
	Stupanj omekšanja (FJ)	-0,5956*	-0,3732	-0,4226	-0,7760*
	Kvalitetni broj	0,7433*	0,4097	0,6415*	0,6274*
EKSTENZOGRAM 90'	Energija (cm ²)	0,4885*	0,1378	0,2715	0,9254*
	Rastezljivost (mm)	0,6199*	0,2245	0,4461*	0,7946*
	Otpor (EJ)	0,1140	-0,0171	-0,1194	0,6123*
	Maksimalni otpor (EJ)	0,2824	0,0752	0,0523	0,7480*
	O/R (EJ/mm)	-0,2122	-0,1489	-0,3507	0,2126

*označene vrijednosti ukazuju na statistički značajnu korelaciju ($p < 0,05$)

5.RASPRAVA

U ovom diplomskom ispitana je kvaliteta brašna sorti ozime pšenice roda 2017. godine pomoću metode za određivanje retencijske sposobnosti brašna (SRC) prema različitim otapalima kao i određivanjem udjela proteina i vlažnog glutena, sedimentacijske vrijednosti i farinografskih i ekstenzografskih pokazatelja kvalitete.

Na **Slici 1** prikazani su rezultati ispitivanja retencijske sposobnosti brašna 10 različitih sorti pšenice s osječkog i zagrebačkog područja.

Od sorti s osječkog područja najveće vrijednosti za SRC_{H_2O} pokazuju sorte S2 (72 %) i S8 (74 %), a najmanju sorta S3 (53 %). Kod sorti sa zagrebačkog područja sorta S2 je pokazala najveću sposobnost zadržavanja vode (69 %), a najmanju sorta S10 (54 %). Ukoliko uzmemo u obzir vrijednost retencijske sposobnosti za otopinu saharoze, vidljivo je da najveću vrijednost kod sorti sa osječkog područja ima sorta S8 (103 %), dok je najmanja vrijednost za sortu S4 (68 %). Kod sorti sa zagrebačkog područja najveću vrijednost $SRC_{Saharoza}$ ima sorta S3 (89 %), dok je najmanja vrijednost za sortu S10 (57 %). Najveću vrijednost za $SRC_{Na_2CO_3}$ ima sorta S2 (70 %) s osječkog područja, a najmanju vrijednost sorta S10 s obje lokacije (76 i 68 %). Najveće vrijednosti za retencijsku sposobnost ispitivanih uzoraka brašna je dobivena kada je korištena otopina mliječne kiseline. Tu se mogu izdvojiti sorte S4 (140 %) i S8 (143 %) za osječko područje kao one sorte koje su pokazale najveću retencijsku sposobnost za otopinu mliječne kiseline, dok je najmanja vrijednost $SRC_{Mliječna\ kis.}$ utvrđena kod uzorka S9 na obje lokacije (87 i 78 %).

Ukupno gledajući, iz podataka prikazanih na **Slikama 2-5**, vidljivo je da su uzorci s osječkog područja imali su statistički značajno ($p < 0,05$) veće izmjerene prosječne vrijednosti za sve SRC vrijednosti od uzoraka sa zagrebačkog područja. To ukazuje na bolju kvalitetu brašna s osječke lokacije.

Na **Slikama 6-9** prikazani su rezultati ispitivanja retencijske sposobnosti brašna 10 različitih sorti pšenice neovisno o lokaciji. Najveće vrijednosti za SRC_{H_2O} pokazuju sorte S2 (70 %) i S8 (70 %), a najmanju sorte S3 (57 %) i S10 (56 %). Sorta S3 imala je najveću, a sorta S10 najmanju vrijednost za $SRC_{Saharoza}$. Sorte S2 i S8 imale su također najveće izmjerene vrijednosti i za $SRC_{Na_2CO_3}$, dok se sorta S4 pokazala kao najbolja sorta u pogledu sposobnosti zadržavanja mliječne kiseline. Najmanju vrijednost za $SRC_{Mliječna\ kis.}$ imala je sorta S9 (82 %). Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da su najkvalitetnije sorte S2 i S8, dok sorte S3, S9 i S10 daju najslabija brašna koja su pogodna za upotrebu u proizvodnji keksarskih proizvoda.

U **Tablici 3** prikazani su rezultati određivanja udjela proteina, sedimentacijske vrijednosti i udjela vlažnog glutena. Vidljivo je da sorte dobivene na području Osijeka imaju znatno veću količinu proteina, njihova sedimentacijska vrijednost znatno je veća, kao i udio vlažnog glutena. Na osnovi udjela proteina i sedimentacijske vrijednosti ul. kvalitetnu klasu svrstale su se sorte S2, S4, S5 i S8 sa osječkog područja, a izvan klase su bile sorte S3, S9 i S10 s lokacije Zagreb.

Farinografski pokazatelji kvalitete ispitanih uzoraka brašna prikazani su u **Tablici 4**. Vidljivo je da uzorci s osječkog područja imaju veću sposobnost upijanja vode, što je prema rezultatima ovog istraživanja prosječno iznosilo 60,9 % te da postoji statistički značajna razlika ($p=0,0162$) u odnosu na uzorke sa zagrebačkog područja. Najveću sposobnost upijanja vode imao je uzorak S8 s lokacije Osijek (65,5 %), a najmanju uzorak S10 sa zagrebačkog područja (54,4 %).

Bolju kvalitetu uzoraka s osječkog područja potvrđuju i ostali farinografski pokazatelji: razvoj, stabilnost i rezistencija tijesta, stupanj omekšanja i kvalitetni broj. Svrstavanjem u kvalitetne grupe sorte S3, S9 i S10 pokazale su najslabiju kvalitetu (jakost) brašna, što odgovara rezultatima dobivenim ispitivanjem retencijske sposobnosti brašna prema različitim otapalima.

U **Tablici 5** prikazani su rezultati ekstenzografskih ispitivanja. Prema parametru otpora tijesta na rastezanje nije bilo statističke značajne razlike ($p=0,3882$) između uzoraka istih sorti uzgojenih na osječkom i zagrebačkom području dok su utvrđene statistički značajne razlike u pogledu energije ($p=0,0015$) i rastezljivosti ($p=0,0078$). Sorta S8 s osječke lokacije imala je najveću energiju (130 cm²) i rastezljivost (143 mm) dok su izrazito loša svojstva uočena kod sorte S9 s obje lokacije.

U **Tablici 6** prikazana je korelacijska matrica Pearson-ovih koeficijenata korelacije (r) između rezultata određivanja retencijske sposobnosti brašna te pokazatelja kvalitete proteina i farinografskih i ekstenzografskih parametara. Vidljivo je da postoji statistički značajna korelacija ($p<0,05$) između vrijednosti za SRC_{H₂O} i svih pokazatelja kvalitete proteina i svih farinografskih parametara. Najveća korelacija utvrđena je s udjelom proteina ($p=0,8685$) i farinografskom sposobnošću upijanja vode ($p=0,9129$). Vrijednosti za SRC_{Mliječna kis.} odlično koreliraju sa sedimentacijskom vrijednošću ($p=0,9099$) i ekstenzografskim parametrima kvalitete. SRC_{Na₂CO₃}, kao i SRC_{H₂O}, značajno korelira s pokazateljima kvalitete proteina i većine farinografskih parametara, ali ipak u nešto manjoj mjeri. SRC_{Saharoza} se pokazao kao najslabiji prediktor kvalitete pšeničnog brašna jer nije u korelaciji s gotovo niti jednim pokazateljem kvalitete.

6.ZAKLUČCI

Na temelju rezultata ispitivanja koja su provedena u ovome radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Ukupno gledajući vidljivo je da su uzorci s osječkog područja za sve SRC vrijednosti, kao i za ostale pokazatelje kvalitete, imali značajno veće izmjerene prosječne vrijednosti od uzoraka sa zagrebačkog područja što ukazuje na bolju kvalitetu brašna od pšenice s osječke lokacije.
- Obzirom na identično provedene agrotehničke mjere na obje lokacije, može se zaključiti da su različiti klimatski uvjeti glavni uzrok razlika u kvaliteti pšenice s osječkog i zagrebačkog područja.
- Utvrđena je statistički značajna korelacija između vrijednosti za SRC_{H_2O} i $SRC_{Na_2CO_3}$ te pokazatelja kvalitete proteina i svih farinografskih parametara.
- Vrijednosti za $SRC_{Mliječna\ kis.}$ odlično koreliraju sa sedimentacijskom vrijednošću i ekstenzografskim parametrima kvalitete.
- $SRC_{Saharoz}$ se pokazao kao najslabiji prediktor kvalitete pšeničnog brašna jer nije u korelaciji s gotovo niti jednim pokazateljem kvalitete.
- Retencijska sposobnost brašna (SRC) je pogodna metoda za određivanje kvalitete pšeničnog brašna, naročito u slučaju kada su nam potrebni brzi rezultati ili ako na raspolaganju imamo malu količinu uzoraka.

6.LITERATURA

AACC 56-11.02: Solvent Retention Capacity Profile. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, MN, 2009.

Đaković, Lj: Pšenično brašno, fizičko-hemijski osnovi određivanja tehnološkog kvaliteta pšeničnog brašna. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1980.

Henry,R.J., Kettlewell, P.S.: Cereal grain quality , Chapman and Hall, 1996.

ICC standard 114/1, Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology no 114/1 Method for using the Brabender Extensograph, Vienna, Austria, 1992.

ICC standard 115/1, Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology no 115/1 Method for using the Brabender Farinograph, Vienna, Austria, 1992.

ISO 20483: Cereals and pulses - Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – Kjeldahl method. International Organization for Standardization Geneva, Switzerland, 2006.

ISO 21415-1: Wheat and wheat flour - Gluten content -Part 1: Determination of wet gluten by a manual method. International Organization for Standardization Geneva, Switzerland, 2006.

ISO 5529: Wheat - Determination of the sedimentation index - Zeleny test. International Organization for Standardization Geneva, Switzerland, 2007.

Katić, Z.: Sušenje i sušare u poljoprivredi, Ekonomski fakultet, Zagreb, 1992.

Kent, N.L.,Evers, A.D.: Technology of Cereals, Elsevier Science Ltd,, 1994.

Kljusurić, S: Uvod u tehnologiju mljevenja žitarica. Prehrambeno- tehnološki fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Metković, 2000.

Kweon, M., Slade, L., Levine, H., Gannon, D.: Cookie versus cracker backing- whats the difference? Flour functionality requirements explored by SRC and alveographyl.*Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 115-138., 2013.

Kweon, M., Slade, L., Levine, H.: Solvent retention capacity (SRC) of wheat flour: principles and value in predicting flour functionality in different wheat- based food procesess and in wheat breeding – a review.*Cereal Chemistry*, 88, (6), 537-552.,2011.

Španić, V.: Pšenica. Poljoprivredni institut Osijek, 2016.