

# FIZIKALNO-KEMIJSKA KARAKTERIZACIJA PŠENIČNOG BRAŠNA

---

**Pavlović, Marina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic in  
Pozega / Veleučilište u Požegi**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:687444>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



**VELEUČILIŠTE U POŽEGI**  
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in  
Pozega Graduate Thesis Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

# VELEUČILIŠTE U POŽEGI



**Marina Pavlović, 1427/14**

## **FIZIKALNO - KEMIJSKA KARAKTERIZACIJA PŠENIČNOG BRAŠNA**

***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2017. godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI

POLJOPRIVREDNI ODJEL

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

**FIZIKALNO – KEMIJSKA KARAKTERIZACIJA  
PŠENIČNOG BRAŠNA**

***ZAVRŠNI RAD***

IZ KOLEGIJA KEMIJA

MENTOR : doc. dr. sc. Krunoslav Mirosavljević

STUDENT: Marina Pavlović

MATIČNI BROJ STUDENTA :1427/14

Požega, 2017.godine

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Pšenica.....	2
2.2. Biološke i morfološke karakteristike pšenice.....	3
2.3. Kemijski sastav zrna pšenice.....	4
2.4. Fizikalna svojstva zrna pšenice .....	5
2.5. Rast pšenice.....	7
2.7. Fizikalno-kemijski sastav pšeničnog brašna .....	8
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA.....	10
3.1. Uzorci .....	10
3.2. Određivanje vlage i pepela.....	10
3.2.1. Postupak određivanja vlage.....	10
3.2.2. Postupak određivanja pepela.....	11
3.3. Određivanje vrijednosti broja padanja (Falling number) .....	11
3.4. Određivanje vlažnog glutena.....	12
3.5. Određivanje kvalitete brašna farinografom.....	13
3.6. Određivanje kvalitete brašna ekstenzogramom.....	15
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	17
4.1. Određivanje vlage .....	17
4.2. Određivanje pepela.....	18
4.3. Određivanje vrijednosti broja padanja (Falling number) .....	18
4.4. Određivanje vlažnog glutena.....	19
4.5. Mjerenje pomoću farinografa.....	19
4.6. Mjerenje pomoću ekstenzograma.....	20
5. ZAKLJUČAK .....	25
6. LITERATURA.....	26
POPIS SLIKA .....	27
POPIS TABLICA.....	27
POPIS KRATICA .....	27
IZJAVA O AUTORSTVU RADA .....	29

## **Sažetak**

Tema ovog završnog rada je fizikalno - kemijska karakterizacija pšeničnog brašna. Razlog pisanja završnog rada na navedenu temu je odrađivanje stručne prakse u Papuku d.d. Našice, dioničkom društvu za promet i preradu žitarica. Svi proizvodi dobiveni mljevenjem i prosijavanjem žitarica pšenice raži, ječma, zobi, kukuruza i dr. u užem smislu riječi podrazumijevaju se brašnom. Sama kvaliteta pšeničnog brašna uvjetovana je kvalitetom pšenice koja se obrađuje.

Zadatak ovog završnog radu je opisati fizikalno – kemijsku karakterizaciju pšeničnog brašna na temelju parametara koji su određivani na praksi u silosima Papuk d.d. u vremenskom periodu od 03. mjeseca 2017. godine do 09. mjeseca 2017. godine. Od kemijskih karakterizacija brašna određivani su sljedeći parametri: vlaga, pepeo, proteini, broj padanja i vlažni gluten, dok su fizikalne osobine određivane pomoću farinograma i ekstenzograma.

Ključne riječi: pšenično brašno, svojstva brašna, fizikalna analiza, kemijska analiza

## **Summary**

The subject of this final work is physical - chemical characterization of wheat flour. The reason for writing the final work on this topic was the implementation of the practice in Papuk d.d Našice, a joint stock company, for the trade and processing of cereals. All products obtained by grinding and sowing grain of wheat, barley, oats, maize etc. in the narrow sense of the word are flour. The same quality of wheat flour is conditioned by the quality of wheat processed.

The task of this final work is to describe the physical - chemical characterization of wheat flour based on the parameters determined in practice in the silos Papuk d.d. in the period from March 2017 to September 2017. From the chemical characterization of flour the following parameters are defined: moisture, ashes, proteins, number of drops and moist gluten, while physical properties are determined by farinographs and extensographs.

Key words: wheat flour, floury properties, physical analysis, chemical analysis

## 1. UVOD

Pšenica je biljka koju čovjek od davnina uzgaja kao vrlo važan izvor hrane. Biljka sadrži korijen, stabljiku, listove i klas. Botanički je svrstana u porodicu trava, rod *Triticum*, a ima dvadeset i sedam vrsta. Za proizvodnju brašna značajne su tri vrste. Od mekih vrsta pšenica *Triticum Aestivum* i *Triticum Compactum* (patuljasta pšenica), a od tvrdih vrsta *Triticum durum*. U posljednjih pedesetak godina uloženo je mnogo napora u razvoj novih sorti pšenice. Danas su poznate mnoge brojne sorte pšenice. Pokušavaju se uzgojiti nove sorte s boljim prinosom, otporne na razne bolesti, pogodne za odgovarajuće klimatske uvjete i vrstu tla na kojem se žele uzgajati. Raznim biološkim metodama nastoje se odstraniti loše karakteristike pojedine sorte, kao što su veliki utjecaj klimatskih uvjeta i sastav tla na prinose i kakvoću ([https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A151/datastream/PDF/view, 24.09.2017.](https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A151/datastream/PDF/view,24.09.2017.)).

Mljevenjem pšenice, ječma, raži, kukuruza, zobi, riže, prosa, heljde, pira i tritikale dobiva se brašno, jedan od glavnih sastojaka ljudske prehrane i glavni sastojak kruha. Brašna se razlikuju ovisno o namjeni, žitarice se melju do određene granulacije tako da na tržište dolaze različiti tipovi brašna. Pšenično brašno gotovo možemo nazvati sinonimom za brašno budući da je jedno od glavnih prehrambenih sastojaka u svijetu. Dobije se mljevenjem prethodno očišćene i pripremljene pšenice *Triticum aestivum*. Kvaliteta pšeničnog brašna ovisi o tehnološkoj kvaliteti pšenice koja se prerađuje te o tehnološkom postupku vođenja meljave. Na našem tržištu razlikujemo bijelo pšenično brašno (tip 400 i tip 550), polubijelo pšenično brašno (tip 700 i tip 850), crno pšenično brašno (tip 1100 i tip 1600) i brašno cijelog zrna pšenice. Oznaka tipa ukazuje nam na količinu pepela u brašnu, što je tip brašna veći ono sadrži i veću količinu pepela i tamnije je boje. ([https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A151/datastream/PDF/view, 24.9.2017.](https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A151/datastream/PDF/view,24.9.2017.))

## 2. PREGLED LITERATURE

Za lakše shvaćanje dobivenih parametara ispitivanjem fizikalnih, reoloških i kemijskih svojstava brašna u laboratorijima potrebno je krenuti od pšenice, zapravo najvažnije zrnate biljke na svijetu. Nakon pšenice i njenih svojstava slijedi mlinarstvo i na kraju sastav brašna.

### 2.1. Pšenica

Pšenica je najzastupljeniji ratarski usjev te je njome zasijana otprilike 1/4 obradive površine u svijetu. Koristi se prvenstveno u mlinarstvu i prehrambenoj industriji, ali daje svoje doprinose i u farmaceutskoj industriji.

Visokoproduktivna poljoprivredna kultura, uzgajana stoljećima, selektira se u velikom broju tipova i sorti. Kako napreduje znanost tako se i svake godine u svijetu registriraju stotine novih sorti s boljim osobinama.

Osnovna sirovina u mlinarstvu je pšenica i kao takva razvrstava se prema kakvoći i namjenskim svojstvima brašna i drugih mlinskih proizvoda, koji se od nje dobivaju. Osnovni nosilac kvalitete je sorta, te razlike za istu sortu koje su vezane uz klimatske uvjete uzgoja, vlažnost tla i natapanje, prirodni sastav zemljišta i gnojidbu, način uzgoja i agrotehničku obradu, trajanje vegetacije, utjecaj bolesti i štetnika, veličinu zrna i drugo (Belak i sur., 2005).



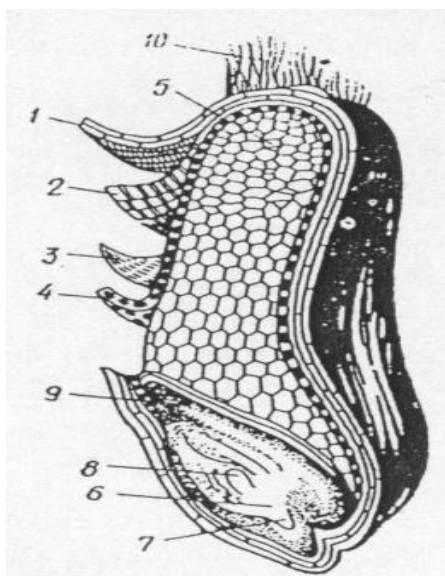
Slika 1. Pšenica ([https://www.agroklub.com/upload/slike/naslov/psenica1\(34\).jpg](https://www.agroklub.com/upload/slike/naslov/psenica1(34).jpg), 24.09.2017.)

## 2.2. Biološke i morfološke karakteristike pšenice

Pšenica je biljka koju čovjek od davnina uzgaja kao vrlo važan izvor hrane. Biljka sadrži korijen, stabljiku, listove i klas. Botanički, svrstana je u porodicu trava, rod *Triticum*, a sadrži dvadeset i sedam vrsta. U posljednjih pedesetak godina uloženo je mnogo napora u razvoj novih sorti pšenice. Radi se na uzgoju onih s boljim prinosom, otporne na razne bolesti, prilagođene odgovarajućim klimatskim uvjetima i vrstama tla. Od ukupne proizvodnje pšenice u svijetu 90 % su sorte mekih vrsta. Brašno dobiveno mljevenjem mekih vrsta pšenice koristi se u proizvodnji kruha, a dijelom i u konditorskoj industriji te za proizvodnju tjestenine. Patuljasta pšenica sadrži meku strukturu zrna, a brašno niži sadržaj proteina. Durum pšenica ima tvrdu strukturu zrna staklastog presjeka s visokim sadržajem proteina čija kakvoća ne odgovara za proizvodnju kruha. Mljevenjem daje i preko 60 % krupičastog brašna – griza koje se upotrebljavaju za proizvodnju tjestenine. Premda su mnoge osobine pšenice uvjetovane sortom, pšenica se najčešće ne prodaje po sortama. Na tržištu se po kvaliteti pšenica grupira u klase (Kljusurić, 2000).

Osnovne morfološke specifičnosti pšenice su njen korijen koji je žiličast, glavna masa korjenovih žila nalazi se u oraničnom sloju, a manji dio žila prodire znatno dulje. Stabljika je cilindrična, sastavljena od koljenaca i 5-6 članaka, a najduži je vrsni na kojima izbija klas. List je od ploje i rukavca između kojih se nalaze jezičak i uške. Pšenica sadrži dugu linearnu plojku i najrazvijenije gornje i srednje listove. Sa stajališta formiranja prinosa najznačajniju ulogu ima list zastavica i drugi gornji list. Cvjetovi su skupljeni u cvat ili tzv. klas. Klas se sastoji od klasnog vretena koje je člankovito, a predstavlja produžetak vršnog članka stabljike. Klasić se sastoji od vretenca, dvije pljeve i cvjetova. U jednom klasiću može biti 2-7 cvjetova. Plod je zrno (*caryopsis*) kod pšenice, a može biti različite krupnoće (krupno, srednje i sitno) ovisno o vrsti i sorti. U klasu se obično razvija otprilike 30-40 zrna. Po dužini zrna nalazi se brazdica, a na vrhu bradica. Jasno se razlikuju trbušna, leđna i bočna strana. Trbušna strana je ona strana na kojoj se nalazi brazdica. Zrno se sastoji od omotača, klice (najmanji, ali biološki najvažniji dio, jer se u njoj nalaze svi budući organi biljke) te endosperma.





Slika 2. Uzdužni presjek zrna pšenice: 1-3. Omotač ploda i sjemena, 4. Aleuronski sloj, 5. Endosperm, 6. Klica, 7. Začetak korjenčića, 8. Pupoljak, 9. Štitić, 10. Brazdica

Izvor: ([http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/HTM/pšenica.htm](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/HTM/pšenica.htm) , 24.09.2017.)

### 2.3. Kemijski sastav zrna pšenice

Zrno pšenice sadrži ugljikohidrate, proteine, masti, vitamine, minerale i enzime. Kemijski sastav izuzetno ovisi o vrsti, sorti, klimatskim prilikama te agrotehničkim uvjetima uzgoja. Voda se nalazi u granicama 10-14 %, dok je iznad 15 % sadržaj vode nepovoljan jer se zrna teško čuvaju, odnosno nepovoljna su za skladištenje.

Ugljikohidrati čine 64-69 %, a najvažniji je škrob koji je smješten u endospermu zrna. Dijele se na visokomolekularne (oligosaharidi i polisaharidi - škrob, celuloza, hemiceluloza) te niskomolekularne (monosaharidi i disaharidi - u svim dijelovima zrna, a najveća koncentracija u klici (oko 2,5 %)).

Proteini čine 9-25 %, nalaze se u svim dijelovima zrna, a ponajviše u endospermu. Značajna su hranjiva tvar te su bitni za tehnološku kvalitetu pšenice odnosno proizvoda od pšenice. Dijele se na topive u vodi (15 %) - albumini i globulini te na netopive (85 %) - glijadin i glutenin koji zajedno čine gluten. Gluten je karakteristična bjelančevinasta komponenta pšenice koja je sposobna da uz dodatak vode intenzivno bubri. Pri tome bjelančevine netopive u vodi stvaraju povezanu, elastičnu masu, tzv. lijepak ili vlažni gluten. Iz pšeničnog brašna izdvaja se ispiranjem s vodom.

Mast se nalazi u udjelu 1,5 - 2 % i to najvećim dijelom u klici i aleuronskom sloju, dok u endospermu u vrlo malim količinama. Masti imaju visoki udio nezasićenih masnih kiselina koje su nutritivno vrlo vrijedne. Pri složenoj meljavi dolazi odvajanja klice i aleuronskog sloja pa se brašno može duže čuvati.

Vitamini su bitni za odvijanje procesa metabolizma i najzastupljeniji su u klici i vanjskim dijelovima ovojnice. Najznačajniji su vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, E, dok vitamin C nalazimo u već prokljalom žitu.

Mineralne tvari pomažu u vitalnim funkcijama ljudskog organizma te učestvuju u izgradnji kostiju i zubi. Određuju se kao pepeo nakon žarenja brašna, koji predstavlja okside fosfora, kalija, natrija, kalcija i dr., a najviše ih ima u omotaču.

Enzimi imaju važnu ulogu u preradi te kod čuvanja brašna. Najvažniji su amilolitički enzimi jer omogućuju razgradnju škroba tijekom fermentacije i pečenja.

Sadržaj celuloze je veći kod pšenice koja se uzgaja u vlažnijim krajevima i kod sitnih sorti zrna. Sadržaj je oko 2-3 %, a najviše je ima u omotaču ploda. Celuloza izgrađuje sve stanične membrane u svim anatomskim dijelovima zrna ([http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/HTM/psenica.htm](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/HTM/psenica.htm) 18.09.2017., url).

## 2.4. Fizikalna svojstva zrna pšenice

U fizikalna svojstva pšenice ubrajaju se :

- hektolitarska masa - masa (kg) 1m<sup>3</sup> pšenice umanjenog 10 puta, prosjek 60-84 kg/hl,
- apsolutna masa - masa 1000 zrna izražena u gramima, prosjek 35-45 g,
- veličina i oblik zrna - utjecaj na uspješnost odvajanja primjesa, najpogodnije je zrno okruglog oblika,
- tvrdoća i staklavost zrna - „tvrda“ zrna na presjeku daju rožnat izgled, providna pri prosvjetljavanju, imaju veći udio proteina, a „meka“ zrna su bijele boje i brašnava jer imaju veći udio škroba,
- gustoća zrna - izražava se u kg/m<sup>3</sup>, što je gustoća veća to je više proteina, a što je manja to je više masti,
- boja zrna - sortna karakteristika, crvene pšenice imaju više proteina, a bijele manje, na što utječu klimatski uvjeti i uvjeti uzgoja.

- oštećena zrna - oštećenje moguće na polju, za vrijeme žetve, sušenja, skladištenja, transporta, bolesti i dr. (Krička et al., 2012).

Prema količini proteina mogu se razlikovati dvije vrste pšenice:

1. OBIČNA, dijeli se na:
  - meku - veći udio škroba, za proizvodnju brašna za konditorsku industriju
  - tvrdu - veći udio proteina, za proizvodnju brašna u pekarskoj industriji
2. DURUM - jako bogata proteinima, za proizvodnju tjestenine.

Zdravstvena ispravnost i čistoća pšenice određuju se organoleptičkim svojstvima. Tu se ubrajaju izgled, boja, miris, kljavost, okus i sjaj koji moraju biti svojstveni određenoj vrsti. Ukoliko su zrna namijenjena ljudskoj prehrani, moraju biti cijela i zdrava. Ne smiju imati strani miris (divlji luk, transport, uskladištenje), ne smiju biti pljesniva niti nagrižena.

Zrna pšenice moraju imati sortnu karakterističnu boju i ona se uzimaju kao faktor kvalitete. Svako odstupanje ukazuje na promjenu koja je nastala pod utjecajem nepovoljnih uvjeta.

Kada je riječ o mirisu, zrna pšenice koja su proizvedena i čuvana u normalnim uvjetima imaju slab, ali karakterističan miris. Kod mirisa ne bi trebala biti dozvoljena nikakva odstupanja jer su ona vezana slabijim ili jačim unutrašnjim promjenama što se odražava na kvalitetu i hranjivu vrijednost pšeničnog proizvoda. Do zagušljivog mirisa zrna dolazi prilikom aktivnosti gljivica, plijesni i bakterija.

Okus zrna pšenice definira se specifičnim okusom koji je blag i najčešće neutralan. Gorak i kiseli okus javlja se kod zrna kod kojih je nastupilo enzimsko i mikrobiološko razlaganje masti, bjelančevina i drugih tvari, dok se sladak okus javlja kod smrznutih zrna gdje se nije mogla obaviti potpuna kondenzacija šećera i polisaharida te kod iskljalih zrna kod kojih se škrob razložio u šećer. Kljavost zrna predstavlja broj normalnih i zdravih klica izraženih u postotku u optimalnim uvjetima za klijanje. Kada je postotak kljavosti visok, to onda znači da je zrno svježije i zdravo ([http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/HTM/psenica.htm](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/HTM/psenica.htm) 18.09.2017., url).

## 2.5. Rast pšenice

Pšenica je kultura kontinentalne klime, idealna temperatura za njeno nicanje i klijanje je između 14-20 °C, dok se pri nižim temperaturama nicanje i klijanje usporava. Kada je pšenica dobro ukorijenjena i ishranjena može podnijeti do -20 °C, a prekrivena snijegom čak i niže. Važnu ulogu u njenoj otpornosti na mraz ima vrijeme sjetve ozime pšenice. Vrlo rana i vrlo kasna sjetva nije pogodna jer mraz uvelike ošteti biljku. Pšenica uspijeva na područjima s različitim količinom i rasporedom oborina. Nedostatak vlage odrazit će se s manjom duljinom klasa i manjim brojem plodnih klasića. Potreba za vodom izraženija je u vrijeme nicanja. Veća količina oborina u vrijeme od klasanja do zriobe povećava hektolitarsku masu, te povećava krupnoću zrna i pozitivno utječe na izgled. Optimalna vlažnost tla kreće se između 70-80 %. Pri suhom tlu smanji se prinos zrna do 50 %. Za pogodan rast pšenice važna su duboka, umjereno vlažna tla, bogata humusom, a druga tla također mogu biti pogodna za rast i razvoj pšenice, ali uz korištenje različitog gnojiva (<http://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/AgrotehnikaPsenice312017.pdf>, 18.09.2017.).

## 2.6. Mljevenje pšenice

Cilj mljevenja pšenice je usitnjavanje zrna pšenice i razdvajanje anatomskih dijelova zrna. Mljevenje je postupak kojim se dobiva brašno i krupica za ljudsku ishranu, stočna brašna i mekinje koje se koriste kao stočna hrana. U samoj pripremi za mljevenje pšenice na početku se izdvajaju primjese, s obzirom da proces mljevenja nije tako jednostavan, dio omotača, aleuronskog sloja i klice se usitni i ode u brašno, a dio završi u mekinjama. Efikasnost razdvajanja ovisi o meljivim karakteristikama pšenice, načinu vođenja tehnološkog procesa te pripremi za meljavu. Prije samog procesa mljevenja, potrebno je očistiti i kondicionirati zrno, pri čemu se odvajaju primjese. Zrna prolaze kroz razna sita s različitim veličinom i oblikom otvora, izdvajače kamena, trijere, čistilice, ribalice i magnete. Sam postupak se sastoji od krupljenja, rastvaranja krupice i okrajaka te izmeljavanja (Krička et al., 2012).



Slika 3. Mlin Papuk (<http://www.papuk.hr/> 29.09.2017.)

## 2.7. Fizikalno-kemijski sastav pšeničnog brašna

Glavnim sastojcima brašna smatraju se oni koji određuju osobine tijesta i kvalitetu proizvoda. To su proteini, škrob, lipidi i enzimi. Mogu se razlikovati čestice omotača zrna pšenice te čestice endosperma. Prema Hessu, zrnca škroba su obavijena slojem proteina, a oko proteinskog sloja se nalaze lipoproteini. Slobodni proteini se nalaze između škrobnih zrnaca. Priljubljeni i slobodni proteini imaju isti sastav i vjerojatno su oba sposobni stvarati tijesto koje je elastično i plastično. Za dobivanje tijesta normalne konzistencije brašno treba sadržavati minimalno 7,5 % proteina (Đaković, 1980).

Brašno je po kemijskom sastavu nutritivno vrijedna namirnica bogata ugljikohidratima (65-75 %), biljnim proteinima, mastima, vitaminima, mineralima i vlaknima. Pšenično brašno odličan je izvor ugljikohidrata, glavnog izvora energije u ljudskom organizmu. Iako je umjeren izvor proteina, pšenica je bogatija proteinima od kukuruza ili riže. Sadrži male količine masti pa njezini proizvodi spadaju u niskomasne namirnice. Svojstva brašna, kao i njegov sastav, ovise o načinu mljevenja i osobinama samljevane pšenice. O veličini čestica brašna ovise neke od osobina brašna kao što su konzistencija tijesta, sposobnost vezivanja vode, boja brašna i intenzitet djelovanja enzima. U pekarstvu se koristi brašno koje treba osigurati određenu kvalitetu gotovog proizvoda, uz čim veći prinos, ali i ekonomičnost prerade (Krička et al., 2012).

Kvalitetni sastojci pšeničnog brašna su brojni. Među najvažnije spadaju količina bjelančevina, kvaliteta vlažnog ljepka, dijestatična moć brašna, sadržaj pepela, granulometrijski sastav brašna, stupanj kiselosti, boja brašna i vlažnost brašna. Samo u vodi netopive bjelančevine imaju sposobnost da izgrađuju gluten, stoga su od velikog značaja za kvalitetu pšeničnog brašna. U pravilu je količina bjelančevina u brašnu veća ukoliko se više glutena iz njega može isprati. Može se očekivati da će krušno brašno biti puno kvalitetnije ukoliko sadrži veću količinu bjelančevina, međutim to nije pravilo. Stupanj uzajamne

zavisnosti kvalitetnih faktora brašna može se izraziti preko korelacijskog koeficijenta  $r$ . Ono što se prati kada se radi analiza je moć upijanja vode, vrijeme razvoja, omekšanje, rastezljivost, otpor na rastezanje itd. Kako raste sadržaj glutena u pšeničnom brašnu, tako raste i moć vezivanja vode, isto to vrijeme razvoja testa raste rastezljivost i energija, dok se stupanj omekšanja smanjuje.

Kemijski sastav brašna uvelike ovisi o kemijskom sastavu zrna i tipa brašna, dok kemijski sastav zrna ovisi o vrsti i sorti pšenice, klimi, zemlji, vremenskim uvjetima. Osnovne komponente su: tip, voda, proteini, škrob, šećeri, mineralne tvari, lipidi, voda, vitamini, enzimi. Voda je važna u održavanju brašna, a tokom rasta vlage smanjuje se apsorpciona moć brašna, a time i prinos. Najčešći šećeri u pšeničnom brašnu su fruktoza, rafinoza, maltoza, saharoza. Šećeri služe kao hrana kvascu u početnoj fazi procesa fermentacije, a njihova se količina povećava pri klijanju zrna. Ukupni sadržaj šećera u pšeničnom brašnu iznosi oko 1 %, pri čemu između različitih tipova brašna nema značajnije razlike, ukoliko je odstranjena klica u kojoj se nalazi najveći dio šećera. Mineralne tvari brašna čine fosfor, kalcij, magnezij, kalij, klor, a ostali elementi su zastupljeni u tragovima. Lipidi brašna se uglavnom sastoje od triglicerida nezasićenih masnih kiselina. Prisutstvo lipida može dovesti do užegnuća brašna. Uz njih su još prisutni i fosfolipidi, lipoproteini i glukolipidi (Žeželj, 2005).

Proteini brašna su isti kao i proteini pšenice, a to su albumini, globulini, glijadini i prolanini. Gluten je odgovoran za formiranje strukture tijesta. Škrob zauzima najveći udio u masi brašna, otprilike nekih 70 %. Škrobna zrna su veličine 5-50  $\mu\text{m}$  i okruglog oblika, sastoji se iz amiloze i amilopektina. Vitamini su zastupljeni u vrlo malim količinama, najviše ima vitamina B-grupe. Enzimi koji su prisutni u brašnu su proteoaze, lipoksigenaza i  $\alpha$ -amilaza i  $\beta$ -amilaza, aktivnost im započinje u trenutku kontakta s vodom a završava pri visokim temperaturama (Đaković, 1980).

### 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Uzorci

Analiza je odrađena u laboratoriju tvrtke Papuk d.d. Našice, na dva uzorka brašna, uzorak 1 T- 550 i uzorak 2 T- 850 u vremenskom razdoblju od šest mjeseci, od ožujka do rujna 2017. godine. Prije same analize potrebno je znati porijeklo uzoraka pšenice. Kako je analiza rađena u silosima i laboratoriju tvrtke Papuk d.d. koja je smještena na području Slavonije, u mjestu Našice, sama pšenica je porijeklom s područja Slavonije, točnije s područja našičke općine. Tvrtka Papuk d.d. posjeduje znak „Brašno s hrvatskih polja“, te je politika tvrtke takva da surađuje i posluje s kooperantima uzgoja pšenice s užeg dijela našičke općine, i nakon same berbe pšenice slijedi zaprimanje pšenice u silos tvrtke Papuk d.d. te uzorkovanje i analiziranje pšenice što znači da je datum proizvodnje pšenice datum dana prije analize.

#### 3.2. Određivanje vlage i pepela

Određivanje vlage zasniva se na sušenju brašna na temperaturi od 130 °C u vremenskom razdoblju od 1h i 30 min pri čemu dolazi do isparavanja vode, a određivanje udjela pepela temelji se na spaljivanju ili žarenju uzorka pri temperaturi od 900 °C te vaganju dobivenog ostatka. Dobiveni ostatak nakon žarenja, pomnožen s 1000 određuje tip brašna.

##### 3.2.1. Postupak određivanja vlage

U prethodno osušenu te u eksikatoru ohlađenu i izmjerenu posudicu izvagano je oko 4 g uzorka, poklopi se i mjeri s točnošću od  $\pm 0,1$  mg. Poklopac se skida i stavlja zajedno s posudicom u sušnicu, koja je prethodno zagrijana na temperaturu od 130 °C. Nakon sušenja u vremenskom razdoblju od 1h i 30 min, posudice se zatvore s poklopcima i stave u eksikator. Nakon 30 do 60 min hlađenja u eksikatoru, posudice se važu kada se ohlade na sobnoj temperaturi. Formula za izračun količine vlage u % je:

$$vlaga = \frac{100 * (a - b)}{c}$$

gdje je:

$a$  = težina posudice prije sušenja (g)

$b$  = težina posudice nakon sušenja (g)

$c$  = težina odmjerene količine (g).

### 3.2.2. Postupak određivanja pepela

Neposredno prije upotrebe, šalice za sagorijevanje žare se u mufolnoj peći na temperaturi od 900 °C do konstantne težine, a zatim su se hlade 1 h u eksikatoru i mjere točnošću  $\pm 0,1$  mg. Supstanca za ispitivanje stavlja se u užarene i izmjerene šalice za sagorijevanje, oko 5-6 g, a prije sagorijevanja kvasi s 1 do 2 ml etanola. Nakon sagorijevanja, šalice se vade iz peći i stavljaju u eksikator. Nakon potpunog hlađenja, šalice se važu s točnošću od  $\pm 0,1$  mg. Formula za izračun količine pepela suhe tvari je:

$$\text{pepeo} (\%) = \frac{100 * (b - a)}{c} * \frac{100}{100 - V}$$

gdje je:

$a$  = težina prazne šalice za sagorijevanje (g)

$b$  = težina šalice za sagorijevanje sa ostatkom (pepeo) u g

$c$  = težina odmjerene količine (g)

$V$  = količina vode ispitivanog uzorka.

### 3.3. Određivanje vrijednosti broja padanja (Falling number)

Broj padanja se definira kao ukupno vrijeme izraženo u sekundama, od početka mjerenja do kraja, odnosno kada miješalica prijeđe točno određeni put kroz visokometarsku cijev s uzrokom, uključujući i vrijeme potrebno za miješanje.

Od pribora je korišteno: aparat po Hagbergu s pripadajućim priborom, tehnička vaga i pipeta od 25 ml. Prije početka mjerenja, destilirana voda treba tijekom analize snažno ključati u vodenoj kupelji. U čistu i suhu visokometarsku cijev ulije se 25 ml destilirane vode, temperature 22 ° C. Odvaže se 7 g brašna i pomoću plastičnog lijevka, kvantitativno prenese



uzorak u viskometarsku cijev. Visokometarska cijev se zatvori čepom i snažno protrese 20 – 30 puta, u svrhu dobivanja homogene suspenzije.

Pažljivo se ukloni čep da na njemu ne ostane suspendirani uzorak, a uzorak koji je ostao na stjenkama se pomoću visokometarske miješalice vrati u suspenziju. Najviše 30 sekundi nakon miješanja, visokometarska cijev s miješalicom se stavlja u otvor poklopca za hlađenje. Odmah nakon što se stavi visokometarska cijev u vodenu kupelj, povuče se glava instrumenta i testiranje automatski počinje.

### **3.4. Određivanje vlažnog glutena**

Ova metoda zasniva se na instrumentu za ispiranje glutena (Glutomatic) i centrifugi za određivanje gluten indeksa. Vlažni gluten (lijepak) u pšeničnom brašnu dobije se ispiranjem škroba iz tijesta nastalog miješanjem vode i brašna. Postotak vlažnog glutena koji ostaje na situ nakon centrifugiranja definira se kao gluten indeks.

Postupak određivanja vlažnog glutena:

Sastavljaju se komore za pranje s 88 mikronskim sitom od poliestera. Odvažuje se 10 g uzorka i prebaci u komoru za ispiranje. Komora se lagano protrese u svrhu ravnomjerne raspodjele uzorka. Dodaje se 4,8 ml 2 % - tne otopine natrijevog klorida iz dispnzera. Lagano se protrese komora tako da se voda potpuno raširi preko brašna. Komora za pranje s uzorkom stavlja se u radni položaj i učvrsti bajunetnim nastavkom. Redosljed miješanja i pranja izvršava se automatski. Kad instrument prestane s radom, odstrani se komora za pranje i pažljivo izvadi gluten te se nastavlja s centrifugiranjem uzorka.

Centrifugiranje glutena slijedi nakon završenog ciklusa pranja na Glutomaticu. Formirana loptica glutena stavlja se u sitastu kazetu. Nakon centrifugiranja, izvadi se sitasta kazeta i provjeri da nema zaostalog glutena u centrifugi. Pomoću špatule od nehrđajućeg čelika, pažljivo se ostruže cijeli gluten koji je prošao kroz sito. Navedena frakcija izvaže se na 0,01 g točnosti i ne odstranjuje se s vage. Pomoću pincete, izvlači se cijeli gluten koji je ostao na situ i dodaje na vagu radi utvrđivanja ukupne težine glutena. Količina vlažnog glutena koja je ostala na situ, kao postotak ukupne količine vlažnog glutena, definira se kao Gluten indeks. Testiranje uzorka završava se izračunavanjem i prikazom rezultata. Postotak vlažnog glutena koji je ostao na situ definira se kao gluten indeks i izračunava se:

$$\text{gluten indeks} = \frac{\text{gluten zaostao na situ (g)} \cdot 100}{\text{ukupni gluten (g)}}$$

Sadržaj vlažnog glutena izražava se kao postotak težine originalnog uzorka i izračunava se:

$$\text{sadržaj vlažnog glutena} = \frac{\text{ukupni gluten (g)} \cdot 100}{10 \text{ (g)}} = \text{ukupni gluten} \cdot 10$$

### 3.5. Određivanje kvalitete brašna farinografom

Farinograf je instrument kojim se određuju osobine i ponašanje tijesta pri miješanju. Određivanje kvalitete brašna farinografom temelji se na registriranju promjena fizičkih osobina tijesta u toku određenog vremena miješanja. Aparat je konstruiran tako da preko dinamometra mjeri snagu koja je potrebna za kretanje dviju lopatica mjesilice kroz tijesto, odnosno registrira se otpor koji tijesto daje rastezanju i gnječenju.

Od pribora je korišteno: Brabenderov farinograf s termostatom i cirkulacijskom pumpom, vaga uz farinograf, utezi od 300 grama, specijalna bireta od 250 ml, plastična lopatica, plastična špahtla, koljenasti termometar, termometar s podjelom do 50 °C, dijagramski papir, čaša od 300 ml i štoperica.

Prije početka rada termostat i cirkulacijska pumpa se uključe 30 - 60 minuta. Na vagi se izmjeri točno 300 g brašna. Mjesilica se pusti u rad, uključi na brzinu 2, pisac se napuni mastilom, podesi da piše po nultoj liniji i ostavi da piše 1 minutu.

Ne isključujući mjesilicu, dodaje se 300 g brašna te se mjesilica poklopi. Brašno se miješa i temperira najmanje jednu minutu. Bireta, kao i njen vrh ispod slavine, napuni se vodom zagrijanom do 30 °C. Pri potpuno otvorenoj bireti u donji desni ugao mjesilice dodaje se 50 do 60 % vode (računato na brašno), što ovisi o kvaliteti brašna. Mjesilica se poklopi i kada se obrađuje tijesto, zidovi mjesilice se očiste plastičnom špahtlom i mjesilica se ponovno poklopi. Ako je sredina krivulje u maksimumu manja od 490 Fj ili veća od 510 Fj, miješanje se prekida. Novi zamjes se radi s korigiranom količinom vode. Korekcija se vrši pomoću Tiborove tablice na kojoj se za dana odstupanja očitavaju ml vode koje treba oduzeti (kod konzistencije ispod 490 Fj) odnosno dodati (kod konzistencije veće od 510 Fj). Kada pri zamjesu tijesta u maksimumu sredina krivulje postigne konzistenciju od 490-510 Fj, nastavlja

se registriranje krivulje ukupno 15 minuta od momenta početka dodavanja vode u mijesilicu. S farinografske krivulje mogu se očitati sljedeći podaci: moć upijanja vode, razvoj tijesta, stabilitet tijesta, rezistencija, stupanj omekšanja, kvalitetan broj i grupa kvalitete.

Moć upijanja vode se očitava s birete i predstavlja količinu vode, izraženu u postotcima, koja je potrebna za postizanje konzistencije od 500 Fj.

$$\text{Moć upijanja vode (\%)} = \frac{V}{3}$$

Razvoj tijesta je vrijeme u minutama koje protekne od početka miješanja do postizanja maksimuma krivulje. Stabilitet tijesta je vrijeme u minutama koje protekne od postizanja maksimuma krivulje pa sve dok gornji dio krivulje ne opadne za 10 Fj. Rezistencija je zbroj razvoja i stabiliteta tijesta. Elastičnost tijesta je širina krivulje i izražava se u farinografskim jedinicama.

Stupanj omekšanja tijesta je odstupanje krajnje točke srednje linije farinograma. Izražava se u farinografskim jedinicama (Fj). Dobivenom trokutu se pomoću uređaja za mjerenje površine nepravilnog oblika – planimetra, izmjeri površina koja se izražava u cm<sup>2</sup>. Za dobivenu vrijednost iz tablice po Hankoczy-u, pročitaju se kvalitetni broj i grupa kvalitete. Površina trokuta se kreće od 0 do 50 cm<sup>2</sup>, a kvalitetni broj od 100 do 0.



Slika 4. Uređaj farinograma u laboratoriju Papuka (Izvor: autor )

### 3.6. Određivanje kvalitete brašna ekstenzogramom

Ekstenzografom se ispituju fizičke osobine tijesta, odnosno mjeri se rastezljivost i otpor pri rastezanju. Primjenom sile konstantne veličine pri istoj brzini i smjeru djelovanja, tijesto se deformira preko granice svoje rastezljivosti i kida se. Otpor koji tijesto pruža djelovanju sile registrira se u vidu krivulje – ekstenzograma.

Od pribora je korišteno: Brabenderov farinograf s termostatom i cirkulacijskom pumpom, Brabenderov ekstenzograf s termostatom i cirkulacijskom pumpom, vaga s utezima, plastična lopatica, tri signalna sata, laboratorijska čaša od 250 ml, termometar do 50 °C, škarice za rezanje tijesta i planimetar. Od kemikalija je korišteno: parafinsko ulje, škrob i kuhinjsku sol.

Termostat i cirkulacijska pumpa uključe se jedan sat prije početka rada da bi farinograf i ekstenzograf postigli radnu temperaturu. Udubljenje na stalku za kalupe u komoricama ekstenzografa napuni se vodom. U farinografskoj mjesilici zamjesi se tijesto od 300 g brašna, 6 g kuhinjske soli i vode. Način rada je isti kao pri izradi farinograma, s tim što se potrebna količina vode sipa u čašu u koju je stavljena sol. Sol se otopi i iz čaše se otopina soli temperature 30 °C sipa u prednji desni kut mjesilice za vrijeme od oko 15 sekundi. Poslije 5 minuta miješanje se prekida. Sredina krivulje treba se nalaziti na 500 Fj. Tijesto konzistencije od 500 Fj se izvadi iz mjesilice i odmjere se dva komada po 150 grama. Svaki dio se odvojeno stavlja u homogenizator i dvadeset puta okrene, zatim se izvadi iz homogenizatora, malo posipa škrobom, stavi donjom stranom lopte na sredinu valjka i oblikuje se. Oblikovani cilindar se stavi na sredinu kalupa koji je prethodno podmazan tankim slojem parafinskog ulja. Viljuškama se čvrsto pritisne tijesto i stavi u temperiranu komoricu aparata. Signalni sat se navije na 45 minuta. Drugi komad tijesta se oblikuje na isti način i stavi se u komoricu na postolje za kalupe. Nakon 45 minuta od ubacivanja prvog oblikovanog komada tijesta u komoricu, prvi kalup se postavlja na odgovarajući ležaj sistema poluga. Pisač se podesi da piše po nultoj liniji i kuka za istežanje se stavlja u pogon. Tijesto se isteže i kida, a otpor koji pruža registrira se na dijagramskom papiru.

Kretanje kuke se prekida kada se tijesto pokida. Kalup se ukloni sa sistema poluga, kuka se ponovno vrati u početni položaj, a dijagramski papir se vraća na početnu točku linije rastezanja. Tijesto se izvadi iz kalupa, ponovno se homogenizira i oblikuje. Signalni sat se ponovno navije na 45 minuta. Isti postupak se primjeni i na drugi komad tijesta. Postupci rastezanja, ponovnog homogeniziranja i oblikovanja ponavljaju se za oba komada

tijesta nakon odležavanja u komori od 90 minuta. Krivulja se ispisuje mastilom druge boje s početne linije istezanja. Posljednje rastezanje je nakon odležavanja od 135 minuta. Krivulja se ispisuje mastilom treće boje ponovno s početne linije istezanja. Na slici 5 je prikazan izgled ekstenzograma. Ocjenjuje se krivulja nakon odmaranja tijesta od 135 minuta. S dijagrama se mogu očitati sljedeći podaci:

energija ( $E$ ) – predstavlja površinu koju ograničava ekstenzografska krivulja s apscisom. Dobije se planimetriranjem i izražava se u  $\text{cm}^2$ ,

otpor tijesta ( $Or$ ) - predstavlja visinu krivulje po zakrivljenoj ordinati 5 cm od početka registriranja otpora tijesta. Izražava se u ekstenzografskim jedinicama – Ej. Maksimalni otpor tijesta ( $O_{max}$ ) – predstavlja maksimalnu visinu krivulje. Izražava se u ekstenzografskim jedinicama – Ej,

rastezljivost ( $R$ ) - je rastojanje koje prođe dijagramski papir od početka rastezanja do trenutka kada se tijesto otkine, odnosno dužina dijagrama mjerena po apscisi. Izražava se u milimetrima,

oOdnos otpora rastezanja prema rastezljivosti  $K = Or/R$  – je količnik brojne vrijednosti otpora tijesta i brojne vrijednosti rastezljivosti. Izražava se kao neimenovani broj.



Slika 5. Uređaj ekstenzograma u laboratoriju Papuka (Izvor: autor )

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Određivanje vlage

UZORAK 1

$$a = 21,0456 \text{ g}$$

$$b = 20,5035 \text{ g}$$

$$c = 3,9200 \text{ g}$$

$$\text{vlaga} = \frac{100 \cdot (a-b)}{c} = \frac{100 \cdot (21,0456 - 20,5035)}{3,9200} = 10,67 \%$$

UZORAK 2

$$a = 20,4303 \text{ g}$$

$$b = 19,8807 \text{ g}$$

$$c = 4,0002 \text{ g}$$

$$\text{vlaga} = \frac{100 \cdot (a-b)}{c} = \frac{100 \cdot (20,4303 - 19,8807)}{4,0002} = 13,74 \%$$

Rezultati prve analize predstavljaju određivanje količine vlage za brašno tip T - 550 koja je iznosila 10,67 %, a za tip brašna T - 850 bila je 13,74 % te se može reći kako je količina vlage zadovoljavajuća. Ako se pšenica skladišti s većim sadržajem vlage doći će do promjena u kemijskom sastavu, razvoja plijesni i drugih mikroorganizama. Otežava se prerada i smanjuje se korištenje kapaciteta mlina. Sadržaj vlage utječe i na svojstva brašna. Vrlo je važno da su rezultati analize prema Pravilniku o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta (NN 78/05) kako bi sam proizvod bio kvalitetniji.

## 4.2. Određivanje pepela

UZORAK 1

$$a = 20,0443 \text{ g}$$

$$b = 20,0662 \text{ g}$$

$$c = 4,9253 \text{ g}$$

$$V = 13,83 \%$$

$$\text{pepeo (\%)} = \frac{100 * (b-a)}{c} * \frac{100}{100-V} = \frac{100 * (20,0662 - 20,0443)}{4,9253} * \frac{100}{100 - 13,83\%} = 0,516\%$$

UZORAK 2

$$a = 21,4217 \text{ g}$$

$$b = 21,4583 \text{ g}$$

$$c = 4,8440 \text{ g}$$

$$V = 13,74 \%$$

$$\text{pepeo (\%)} = \frac{100 * (b-a)}{c} * \frac{100}{100-V} = \frac{100 * (21,4583 - 21,4217)}{4,8440} * \frac{100}{100 - 13,74\%} = 0,876\%$$

Uzorak 1. i uzorak 2. zadovoljavaju kriterije Pravilnika o dozvoljenoj količini pepela u brašnu (NN 78/05), koji nalaže da je dozvoljeni pepeo za brašno tip 550 od 0,50 % do 0,60 %, dok je za tip brašna 850 dozvoljena količina pepela od 0,80 % do 0,90 %. Pepeo koji se nalazi u brašnu T - 550 bio je 0,516 %, a u T - 850 0,876 % pepela. Rezultati koji su dobiveni analiziranjem su u skladu s Pravilnikom.

## 4.3. Određivanje vrijednosti broja padanja (Falling number)

UZORAK 1 = 409 s

UZORAK 2 = 463 s

Rezultati analiza pokazali su kako nema prokljalih zrna i aktivnost  $\alpha$ -amilaza je mala. Druga analiza prikazuje rezultate „broja padanja“ kojim se dokazuje prisustvo prokljalih zrna

žita i  $\alpha$ -amilazna aktivnost uzorka. Broj padanja kod T-550 iznosi 409 sekundi, a kod T-850 iznosi 463 sekundi.

#### 4.4. Određivanje vlažnog glutena

UZORAK 1 = 25,3 %

$$\text{sadržaj vlažnog glutena} = \frac{\text{ukupni gluten (g)} * 100}{10 \text{ (g)}} = \text{ukupni gluten} * 10 = 2,53 * 10 = 25,3 \%$$

UZORAK 2 = 24,6 %

$$\text{sadržaj vlažnog glutena} = \frac{\text{ukupni gluten (g)} * 100}{10 \text{ (g)}} = \text{ukupni gluten} * 10 = 2,46 * 10 = 24,6 \%$$

Za četvrtu analizu se određivala količina vlažnog glutena koja se nalazila u brašnu T - 550 i T - 850. T - 550 ima 25,3 %, a T - 850 ima 24,6 % vlažnog glutena. Brašna su zadovoljila količinom vlažnog glutena. Količina vlažnog glutena je zadovoljavajuća u skladu s Pravilnikom o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta (NN 78/05).

#### 4.5. Mjerenje pomoću farinografa

Tablica 1. Rezultati mjerenja pomoću farinografa za uzorak 1

Upijanje vode (%)	54,5 %
Razvoj tijesta (min)	1,5
Stabilitet (min)	1
Rezistencija ( min)	2,5
Stupanj omekšanja (FJ)	50
Kvalitetni broj	60,8
Grupa kvalitete	B1



Tablica 2. Rezultati mjerenja pomoću farinografa za uzorak 2

Upijanje vode (%)	56,1 %
Razvoj tijesta (min)	1,5
Stabilitet (min)	1,5
Rezistencija (min)	3,0
Stupanj omekšanja (FJ)	80
Kvalitetni broj	61,5
Grupa kvalitete	B1

Tablica 1. i tablica 2. prikazuju rezultate kod farinografskog ispitivanja. Prema farinografskom ispitivanju može se zaključiti da brašno T-850 ima veću moć upijanja vode. Pomoću ovog podatka se vidi koliku količinu vode je potrebno dodati brašnu tijekom zamjesa da bi se postigla optimalna tvrdoća dobivenog tijesta. Razvoj tijesta od brašna T-550 iznosio je 1,5 minuta. Kod tijesta od brašna T-850 razvoj tijesta iznosio je 1,2 minuta. Stabilitet, odnosno vrijeme kroz koje se konzistencija tijesta neće mijenjati, je manji kod T-550. Stupanj omekšanja kod T-550 je dobre kvalitete, dok je kod T-850 stupanj omekšanja srednje kvalitete.

Pomoću podataka dobivenih farinografom brašna se ocjenjuju kvalitetnim brojevima i svrstavaju u kvalitetne grupe. Prema Hankoczy-ovoj tablici, brašna A1 i A2 grupe su jako dobra brašna, dok su B1 i B2 dobra brašna, a brašna grupe C1 i C2 loša brašna.

#### 4.6. Mjerenje pomoću ekstenzograma

Tablica 3. Rezultati mjerenja na ekstenzografu za uzorak 1

Vrijeme [min]	45	90	135
Energija [cm <sup>2</sup> ]	102	111	109
Otpor [EJ]	310	436	404
Rastezljivost [mm]	165	139	146
Maksimalni otpor	468	614	584
Omjer	1,9	3,1	2,8
Maksimalni omjer	2,8	4,4	4,0

Kvaliteta se najviše očituje u energiji koja uzorak 1 pokazuje kvalitetnim (109 cm<sup>2</sup>), a uzorak 2 izvrsnim (100 cm<sup>2</sup>).

Tablica 4. Rezultati mjerenja na ekstenzografu za uzorak 2

Vrijeme [min]	45	90	135
Energija [cm <sup>2</sup> ]	85	94	100
Otpor [EJ]	274	318	324
Rastezljivost [mm]	161	160	166
Maksimalni otpor	387	424	439
Omjer	1,7	2,0	1,9
Maksimalni omjer	2,4	2,7	2,6

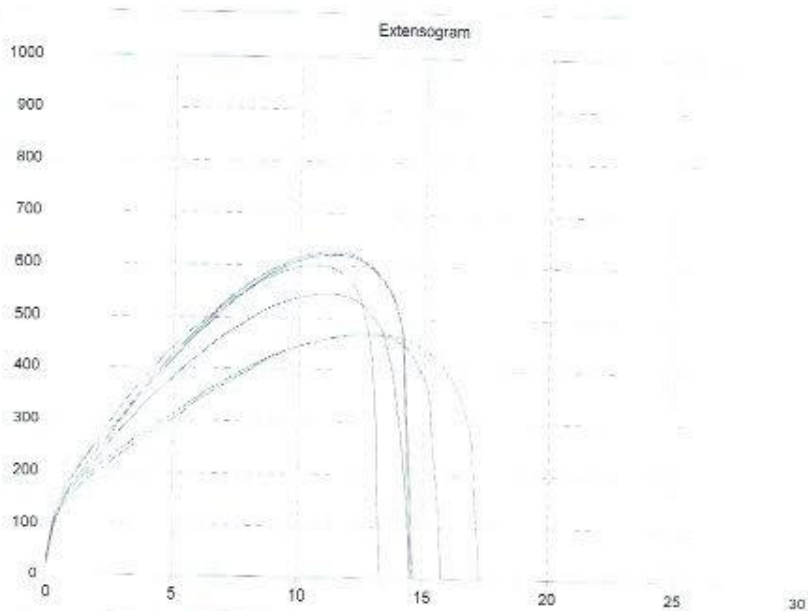
Kod mjerenja pomoću ekstenzografa, i uzorak 1 i uzorak 2 daju vrlo zadovoljavajuće rezultate koji brašno čine izuzetno kvalitetnim.

# Brabender® Extensograph

Brabender  
Wissenschaft  
 11072466

Evaluation of sample:	T-550		
Date:	9.3.2017		
Operator:	Mihaela		
Test after 45/90/135 Minutes			
Waterabsorption:	52,6 %		
Proving Time [min]:	45	90	135
Energy [cm2]:	102	111	109
Resistance to Extension [BU]:	310	436	404
Extensibility [mm]:	165	139	146
Maximum [BU]:	468	614	584
Ratio Number:	1,9	3,1	2,8
Ratio Number (Max.):	2,8	4,4	4,0

Remarks: datum proizvodnje:08.03.2017.



Test: C:\Program Files\Extensograph\2017\BRASNA PROSJEClt-550 8.3..EXD

Slika 6. Dijagram ekstezograma, brašno T 550 (Izvor: tvrtka Papuk d.d.)

# Brabender® Extensograph

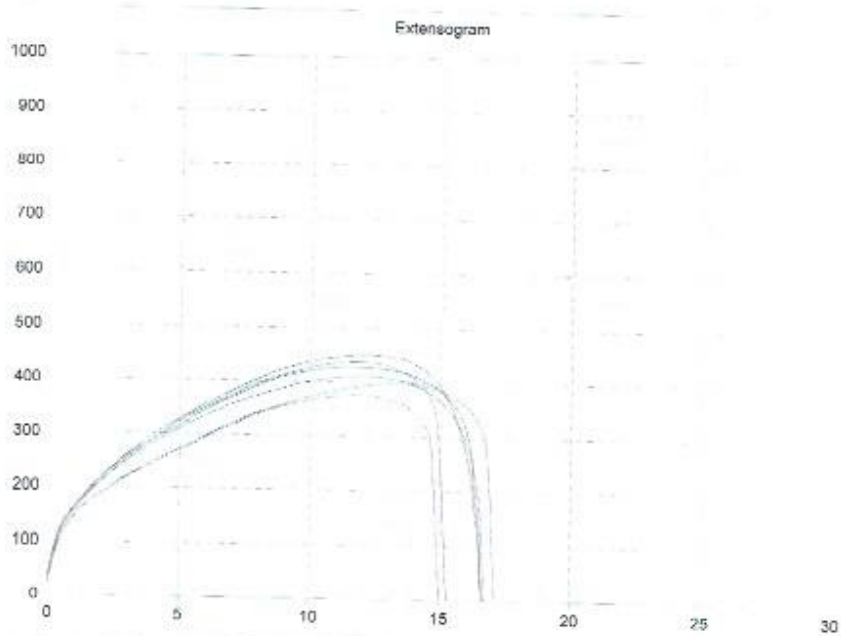
Brabender®  
Microtest  
Lab System

Evaluation of sample: T-850  
Date: 9.3.2017  
Operator: Mihaela

Test after 45/90/135 Minutes  
Waterabsorption: 53,4 %

Proving Time [min]:	45	90	135
Energy [cm2]:	85	94	100
Resistance to Extension [BU]:	274	318	324
Extensibility [mm]:	161	160	166
Maximum [BU]:	387	424	439
Ratio Number:	1,7	2,0	1,9
Ratio Number (Max.):	2,4	2,7	2,6

Remarks: datum proizvodnje:08.03.2017.



Test: C:\Program Files\Extensograph\2017\BRASNA PROSJECI\t-850 8.3..EXD

Slika 7. Dijagram ekstezograma, brašno T 850 (Izvor: tvrtka Papuk d.d.)

Rastezljivost, omjer, maksimalni omjer i otpor također daju kvalitetne rezultate, kao i maksimalni otpor koji i uzorku 1 i uzorku 2 daje jako dobru kvalitetu kao i kvalitetan gotov proizvod.

## 5. ZAKLJUČAK

Pšenica je žitarica neophodna za život, ključna je u prehrambenoj industriji, mlinarstvu te u farmaciji. Ona je kraljica žitarica. Uspješnost proizvodnje i prerade pšenice rezultat je istodobnog djelovanja velikog broja čimbenika koji su prisutni u određenom vremenu i na određenom prostoru. Iz provedenih analiza i dobivenih rezultata može se zaključiti:

- količina vlage koja se nalazi u brašnu T - 550 i T - 850 je dobra, odnosno odgovarajuća zakonskim propisima, a isto tako vrijedi i za količinu pepela,
- niti jedan od uzoraka se ne lijepi i prilikom zamjesa i fermentacije zadržavaju svoje fizikalne osobine,
- zbog dobre količine vlažnog glutena, tijesto će biti dobre elastičnosti, rastezljivosti i čvrstoće,
- uzorci spadaju u B1 grupu kvalitete brašna, što je jako dobro,
- iz rezultata, koji se vide iz ispitivanja pomoću farinografa, može se zaključiti da su oba tipa brašna dobre kvalitete,
- analizom brašna vidi se da su brašna T - 550 i T - 850 vrlo dobre kvalitete te su pogodna za proizvodnju pekarskih proizvoda,
- može se zaključiti da nema prokljalih zrna i aktivnost  $\alpha$ -amilaza je mala.

## 6. LITERATURA

1. Belak i suradnici, (2005.) *Tehnologija hrane* – Šibenik
2. Đaković (1980.), *Pšenično brašno- fizičko-hemijski osnovi određivanja tehnološkog kvaliteta pšeničnog brašna* – Novi Sad
3. Kljusurić, S. (2000.), *Uvod u tehnologiju mljevenja pšenice* – Metković
4. Krička, T. et. al. (2012.) *Tehnologija mlinarstva* - Udžbenik, Osijek
5. Narodne novine (2005) Pravilnik o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta. Zagreb: Narodne novine d.d. br 78/05
6. Žeželj, M. (2005.), *Tehnologija žita i brašna*, Beograd
7. Pšenica.htm : [http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/HTM/psenica.htm](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/HTM/psenica.htm) (18.09.2017.)
8. Papuk.hr : <http://www.papuk.hr/mlin.htm> (24.09.2017.)
9. Sermek Marčec, I. ,Utjecaj inaktivacije amilotičkih enzima i stupnja oštećenja škroba na amilografski profil pšeničnog brašna:  
<https://repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A151/datastream/PDF/view> (24.09.2017.)
10. Agrotehnika pšenice  
(<http://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/AgrotehnikaPsenice312017.pdf>, 18.09.2017.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Pšenica ([https://www.agroklub.com/upload/slike/naslov/psenica1\(34\).jpg](https://www.agroklub.com/upload/slike/naslov/psenica1(34).jpg), 24.09.2017.)

Slika 8. Uzdužni presjek zrna pšenice:

([http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/HTM/psenica.htm](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/HTM/psenica.htm), 24.09.2017.)

Slika 9. Mlin Papuk (<http://www.papuk.hr/>, 29.09.2017)

Slika 10. Uređaj farinograma u laboratoriju Papuka (Izvor: autor )

Slika 11. Uređaj ekstenzograma u laboratoriju Papuka (Izvor: autor )

Slika 6. Dijagram ekstenzograma brašno T 550 (Izvor: tvrtka Papuk d.d.)

Slika 7. Dijagram ekstenzograma brašno T 850 (Izvor: tvrtka Papuk d.d.)

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Rezultati mjerenja pomoću farinografa za uzorak 1

Tablica 2. Rezultati mjerenja pomoću farinografa za uzorak 2

Tablica 3. Rezultati mjerenja na ekstenzografu za uzorak 1

Tablica 4. Rezultati mjerenja na ekstenzografu za uzorak 2

## POPIS KRATICA

cm - centimetar

cm<sup>2</sup> - centimetar kvadratni

cm<sup>3</sup> - centimetar kubični

Ej - ekstenzografska jedinica

Fj - farinografska jedinica

g – gram

hL – hektolitar

kg – kilogram

m - metar

min - minuta



mm – milimetar

s- sekunda

*E* - energija

*Or* – otpor tijesta

*Omax* – maksimalan otpor tijesta

*R* - rastezljivost

°C - stupanj Celzijus

## **IZJAVA O AUTORSTVU RADA**

Ja, Marina Pavlović pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom Fizikalno-kemijska karakterizacija pšeničnog brašna, te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, \_\_\_\_\_

Ime i prezime studenta:

**Marina Pavlović** \_\_\_\_\_