

# KONTROLA KVALITETE BIJELOG I POLUBIJELOG BRAŠNA

---

**Minarik, Antonela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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:112:672071>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**



**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



**ANTONELA MINARIK, 1015/10**

## **KONTROLA KVALITETE BIJELOG I POLUBIJELOG BRAŠNA**

***ZAVRŠNI RAD***

Požega, lipanj 2016.

VELEUČILIŠTE U POŽEGI

POLJOPRIVREDNI ODJEL

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ Prehrambena tehnologija

# **KONTROLA KVALITETE BIJELOG I POLUBIJELOG BRAŠNA**

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA Tehnologija proizvodnje i prerade brašna

MENTOR: Ana Mrgan dipl. ing.

STUDENT: Antonela Minarik

Matični broj studenta: 1015/10

Požega, lipanj 2016. godine

## SAŽETAK

Prema dobroj proizvođačkoj praksi, ali i zakonskim propisima, potrebno je obaviti analizu sirovina prije njihovog korištenja u proizvodnji. U pekarskoj proizvodnji neophodno je obaviti analize osnovne sirovine odnosno brašna, prema kojima se određuju parametri proizvodnje, te prihvatljivost i usklađenost sirovine sa zakonskim propisima.

Cilj ovoga rada je bio provjeriti kvalitetu dva tipa brašna, koji se najviše upotrebljavaju u pekarskoj proizvodnji T-550 i T-850.

Obavljene analize brašna bile su: određivanje vlage, količine pepela, količine vlažnog glutena, amilolitička aktivnost odnosno padajući broj, te reologija tijesta farinografskim ispitivanjem.

Istraživanja su provedena na 4 različita uzorka pšeničnog brašna. Najčešće brašno koje se upotrebljava u domaćinstvima je pšenično brašno koje je dobiveno mljevenjem prethodno očišćene i pripremljene vrste pšenice „*Triticum aestivum*“. Prvi dan je analizirano brašno T-550 iz silosne ćelije br. 1 i T-850 iz silosne ćelije br. 2, dok je drugi dan analizirano brašno T-550 iz silosne ćelije br. 3 i T-850 iz silosne ćelije br. 4. Analizirana su brašna mlinsko pekarskog pogona „Papuk“ d.d. Našice.

**Ključne riječi:** brašno, kvaliteta brašna, analiza brašna

## **ABSTRACT**

According to good manufacturing practice, but also according to legal regulations, it is necessary to conduct analysis of raw materials prior to their use in production. In baker's industry it is indisputably necessary to conduct analysis of basic raw materials such as the flour, which define parameters of production, and which also define admissibility and compliance of raw materials with legal regulations.

Goal of this final report is to ascertain the quality of two types of flour, which are most often used in baker's industry.

The conducted analyses of flour were: determining amount of moisture in the flour, determining of quantity of ash in the flour, determining of quantity of the wet gluten in the flour, amylolytical activity or falling number, and farinograph dough rheology testing.

Research was carried out on four different samples of the wheat flour. Flour that is most used in the households is the wheat flour, which is obtained by grinding the previously cleaned and prepared variety of wheat „Triticum aestivum“. Flour is a product created by the successive mechanical grinding and sifting of the wheat seeds. On the first day test was conducted on the flour T-550 from the silo cell No. 1 and T-850 from the silo cell No. 2, while on the second day test was conducted on the flour T-550 from the silo cell No. 3 and T-850 from the silo cell No. 4. The analysis was conducted on flour product's of mill and baker's manufacturing plant "Papuk" d.d. Našice.

**Keywords:** flour, flour quality, analysis of flour

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	3
3. MATERIJAL I METODA ISTRAŽIVANJA .....	8
3.1. ODREĐIVANJE POSTOTKA VLAGE U BRAŠNU .....	9
3.2. ODREĐIVANJE SADRŽAJA PEPELA U BRAŠNU .....	10
3.3. ODREĐIVANJE VLAŽNOG GLUTENA (GLUTEN INDEKS) .....	12
3.3.1. Priprema natrijevog klorida .....	13
3.3.2. Određivanje vlažnog glutena u uzorcima brašna T-550 i T-850 .....	13
3.4. ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI BROJA PADANJA .....	15
3.5. FARINOGRAF .....	16
3.5.1. Farinogram .....	19
4. REZULTATI .....	22
5. RASPRAVA .....	25
6. ZAKLJUČAK .....	27
7. LITERATURA .....	28
8. POPIS TABLICA .....	30
9. POPIS SLIKA .....	31

## 1. UVOD

Brašno je proizvod uzastopnoga mehaničkog usitnjavanja i prosijavanja zrna žitarica, leguminoza, gomolja, sjemena uljarica, ostalih prehrambenih sirovina i začina te drugih tvari. S prehrambenog stajališta brašno je poluproizvod koji služi kao osnova sirovina za proizvodnju kruha, peciva, keksa, tjestenina i slastica ili kao dodatak u pripremi jela. Najčešće brašno koje se upotrebljava u domaćinstvu je pšenično brašno koje je dobiveno mljevenjem prethodno očišćene i pripremljene pšenice *Triticum aestivum*. Ono je jedna od najvažnijih namirnica u svijetu, čak 70% svjetske populacije se hrani kruhom koji je dobiven od pšeničnog brašna (Đaković, 1980).

Brašna i krupice koje su dobiveni iz pšenice su; krupica (T-400), bijelo brašno (T-400 i T-550), polubijelo brašno (T-700 i T-850), crno brašno (T-1100 i T-1600), prekrupa i brašno iz cijelog zrna (integralno), krupica iz durum pšenice, brašno iz durum pšenice (Narodne novine, 2005).

Svi proizvodi od žitarica, a posebno od pšeničnog brašna su iznimno važni za prehranu ljudi, jer u sebi sadržavaju sve tvari potrebne organizmu, kao što su: ugljikohidrati, masti, proteini, mineralne tvari te vitamini.

Budući da je brašno osnovna sirovina za proizvodnju skoro svih pekarskih proizvoda, vrlo je važno odrediti njegovu kvalitetu. Mali pekarski obrti kvalitetu brašna određuju pečenjem, a velike industrije kvalitetu i namjenu brašna određuju na osnovu rezultata laboratorijskih analiza.

Kvaliteta pšeničnog brašna, kao i njegova namjena, zavise o tehnološkoj kvaliteti pšenice koja se prerađuje i o tehnološkom postupku vođenja meljave. Kako bi se provjerila kvaliteta brašna, potrebno je obaviti određene analize.

Cilj ovog završnog rada je odrediti kvalitetu dva tipa brašna. Ispitano je brašno T-550 iz silosne ćelije br.1 i br.3 te T-850 iz silosne ćelije br. 2 i br. 4. Obavljene analize su: određivanje postotka vlage, vlažan gluten, gluten indeks, količina pepela, padajući broj i farinografsko ispitivanje. Analize su rađene u laboratoriju mlinsko pekarskog pogona „Papuka“ d.d. Našice

Određivanje vlage u brašnu je bitno jer pretjerana vlažnost može uzrokovati brže kvarenje brašna, gubitak jačine, pljesnivost, povećanje stupnja kiselosti, dok smanjena vlažnost može uzrokovati otežano bubrenje i smanjenje moći vezivanja vode pri zamjesivanju (Anonymus\_1, 1.10.2015., url).

Količina pepela u brašnu određuje tip brašna; što je tip brašna veći, brašno sadrži veću količinu mineralnih tvari, odnosno veću količinu pepela i tamnije je boje. Ovisno o stupnju izmeljavanja, na hrvatskom tržištu se nalazi bijelo pšenično brašno (T-400 i T-550), polubijelo pšenično brašno (T-700 i T-850), crno pšenično brašno (T-1100 i T-1600) i brašno cijelog zrna pšenice (Anonymus\_2, 24.10.2015., url).

Određivanje vlažnog glutena u brašnu je bitno jer se njegovim ispiranjem može utvrditi količina bjelančevina netopivih u vodi. Uz to je dodatno potrebno provjeriti kakvoću glutena koja je određena fizikalnim osobinama kao što je: elastičnost, rastezljivost, čvrstoća, žilavost, ljepljivost, boja i drugo (Kljusurić, 2000).

Metoda padajućeg broja je međunarodna standardna metoda za određivanje aktivnosti  $\alpha$ -amilaze u žitaricama i brašnu, te sličnim proizvodima koji sadrže škrob. Metoda se temelji na brznoj želatinizaciji suspenzije brašna ili krupice u vrućoj vodenoj kupelji te mjerenje likvefakcije škroba pomoću  $\alpha$ -amilaze (Ugarčić-Hardi, 2010).

Farinografom se određuje apsorpcija vode te se ispituju reološke osobine tijesta (Kljusurić, 2000).



## 2. PREGLED LITERATURE

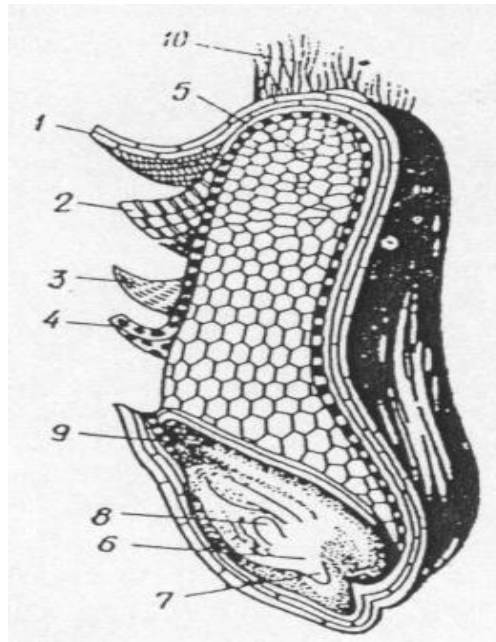
Pšenica je najvažnija zrnata biljaka koja se uzgaja od davnina širom svijeta kao vrlo važan izvor hrane. Ona ima veliki značaj u nizu industrija kao što su mlinarska industrija, industrija keksa, kruha, kolača, pivarskoj industriji, farmaceutskoj i slično (Kljusurić, 2000).

Prema botaničkoj pripadnosti, pšenica pripada porodici trava (*Poaceae*, *Gramineae*), roda *Triticum*. Pšenica ima dvadeset i sedam vrsta. Postoje tri vrste pšenice koje se komercijalno uzgajaju. Ekonomski najznačajnija je obična ili meka pšenica (*Triticum aestivum*). Druga po značaju je tvrda pšenica (*Triticum durum*), a nakon nje slijedi patuljasta pšenica (*Triticum compactum*) (Kljusurić, 2000).

Postoji veliki broj različitih sorti pšenice, a njihova zrna se mogu razlikovati po veličini, obliku, sadržaju glutena... Pokušavaju se uzgojiti nove sorte s boljim prinosom, otporne na razne bolesti, pogodne za različite klimatske uvjete i vrstu tla na kojem se uzgaja.

Osnovni dijelovi pšenice su korijen, stabljika, listovi i klas. Svako zrno sadrži klicu i predstavlja sjeme pšenice. Kao kod svake biljke posijano zrno pšenice se razvija u mladu biljku. Plod biljke je klas koji se sastoji od zrna. Klas može ukupno imati 4 do 10 redova sa po 2 do preko 10 zrna u svakom redu. Zrno može biti različite veličine (krupno, srednje i sitno) ovisno o vrsti i sorti. Zrno se sastoji od omotača, klice i endosperma (Ugarčić-Hardi, 1999).

Plod pšenice je karakterističan po tome što mu je omotač ploda potpuno srastao sa omotačem sjemenke. Omotač ploda i omotač sjemenke su dijelovi ljuske zrna. Vanjski dio ljuske zatvara zadnji dio zrna i završava u obliku dugačke osje, dok unutrašnji dio ljuske zatvara brazdu zrna. Zrna su vezana za nosač ploda sa strane, dok gornji dio zrna završava u obliku bradice. Jasno se razlikuju trbušna, leđna i bočna strana. Trbušna strana je ona strana na kojoj se nalazi brazdica (Ugarčić-Hardi, 1999).



Slika 1. Zrno pšenice (Kljusurić, 2000)

1-3. omotač ploda i sjemena , 4.aleuronski sloj, 5.endosperm, 6. Klica, 7. začetak korjenčića, 8. pupoljak, 9. štitić, 10. Brazdica

Meka i tvrda pšenica se razlikuju po mnogim svojstvima, a to su: oblik klasa, osjatost, forma pljeve, vidljivost klasnog vretena, popunjenost vlati, pljevičavost zrna, količina i sastava bjelančevine, oblik i veličina zrna, caklavost, svojstva klice, bradice, brazdice i drugo (Anonymus\_3, 25.10.2015., url).

Najveći značaj ima obična ili meka pšenica. Većina naših kultivara pripada upravo njoj. Klas joj može biti s osjem ili bez osja, srednje je zbijen ili rastresit, zrno izduženo, osrednje kakvoće te ima ozimu i jaru formu. Od ukupne proizvodnje pšenice u svijetu 90% otpada na sorte mekih vrsta. Brašno dobiveno od meke vrste pšenice se koristi u proizvodnji kruha, u konditorskoj industriji, a brašna sa većim sadržajem bjelančevina i za proizvodnju tjestenine (Anonymus\_4, 17.11.2015., url).

Tvrda pšenica ima osjat i zbijen klas, zrno tvrdo, izduženo, s većom količinom kvalitetnih bjelančevina. Daje nešto manje prinose od obične pšenice i prikladnija je za uzgoj u sušnim područjima. Pšenica koja ima tvrdi strukturu zrna nije povoljna za proizvodnju kruha. Mljevenjem tvrde pšenice se dobije preko 60% krupičastog brašna-griza koje se upotrebljava za proizvodnju tjestenine (Anonymus\_4, 17.11.2015.,url).

Pšenica se također grupira i prema vremenu sjetve, odnosno žetve. Dijeli se na ozime i jare forme. Ozima pšenica ima određene zahtjeve prema klimatskim uvjetima i ukoliko ti uvjeti nisu ispunjeni ona neće dati plod. Ona u stadiju jarovizacije traži niže temperature (0-

10 °C) tijekom 10 do 35 dana (ovisno o sorti). Ako ti uvjeti nisu ispunjeni ona se dalje ne može razvijati, niti donijeti stabljiku s klasom i plodom. *Jara* pšenica posijana u proljeće razviti će se normalno i donijeti plod, jer ima manje zahtjeve za nižim temperaturama u stadiju jarovizacije, 5-10 °C tijekom 7-12 dana (Anonymus\_3, 25.10.2015., url).



Slika 2. Pšenica (Anonymus\_5, 25.10.2015., url)

Pšenično brašno je proizvod koji nastaje uzastopnim mljevenjem i prosijavanjem pšenice.

Priprema pšenice za mljevenje, obavlja se u mlinskoj čistionici. Mlinska čistionica je odvojeni dio zgrade mlina gdje su smješteni strojevi za bijelo i crno čišćenje, uređaji za dodavanje vode u pšenicu, oprema za transport i komore za odležavanje (Kljusurić, 2000).

Prije mljevenja pšenica se mora očistiti od primjesa, površinski obraditi i kondicionirati. Čišćenje obuhvaća prolazak zrna kroz niz strojeva pomoću kojih se uklanjaju bijele i crne primjese. Bijele primjese su slomljena ili nagrižena zrna, sitna zrna, proključala te smrznuta zrna, zrna drugih žitarica, stjeničavo zrno i zrno napadnuto od strane skladišnih štetočina, a crne primjese su ostaci dijelova biljke, slama, pljevica, ljuska, kamenčići, zemlja, staklo, pijesak ili korovsko sjemenje. Pod površinskom obradom se podrazumijeva uklanjanje nečistoća s površine zrna i odvajanje dijela omotača sa zrna pšenice.

Postupak dodavanja vode u pšenicu i njeno odležavanje naziva se kondicioniranje pšenice. To je postupak koji poboljšava strukturu zrna za lakše mljevenje i uspješnije odvajanje omotača od endosperma. Prilikom kondicioniranja zrnena masa se kvasi vodom i tako se povećava vlažnost zrna. Vlaženjem zrna omotač postaje žilav, a jezgra zrna mekša. Voda djeluje i na klicu koja se mljevenjem preša u listiće i izdvoji sijanjem. Kondicioniranje je potrebno radi naglašavanja strukturnih i mehaničkih razlika između anatomskih dijelova

zrna, kako bi se dobilo što više brašna sa što manje mineralnih tvari, uz što manji utrošak energije (Kljusurić, 2000).

Mljevenje je postupak naizmjeničnog usitnjavanja i sisanja pri čemu se dobiju usitnjeni proizvodi u obliku brašna, krupice i mekinja. Zadatak mljevenja pšenice je da se razdvoje anatomske dijelovi zrna i da se zrno usitni kako bi se dobila struktura izmeljavanja koja je poželjna na tržištu. Bitno je odvojiti omotač i klicu od jezgre zrna kako bi se dobili razni tipovi brašna i mekinja (Ugarčić-Hardi, 1999).

Postupak mljevenja se odvija u tri faze. Prva faza je krupljenje gdje se zrno razdvaja na osnovne dijelove, tj. endosperm se odvajaju od omotača i klice pa nastaju krupica, okrajci i osjevci koji se dalje prerađuju, brašno koje je finalni proizvod i mekinje koje je sporedni proizvod. Druga faza je usitnjavanje i rastvaranje gdje se krupica i okrajci uz daljnje razdvajanje endosperma od omotača, usitnjavaju do sitnije krupice i osjevaka koji se dalje prerađuju. Treća faza je izmeljavanje gdje se sitna krupica i osjevci još izmeljavaju do krajnjih proizvoda brašna i mekinja. Na strukturu izmeljavanja utječe cijeli niz faktora, kao što je kakvoća pšenice, mogućnost plasmana na tržištu, tehnološka opremljenost mlina i stručnost mlinara (Ugarčić-Hardi, 1999).

Strojevi za mljevenje su podijeljeni na valjke za krupljenje, mljevenje i izmeljavanje. Valjci mogu biti žljebljeni ili glatki. Žljebljenu površinu imaju valjci za krupljenje, a glatku valjci za izmeljavanje. Valjci s finim žljebovima melju okrajke, a u nekim slučajevima to vrše i glatki valjci. Griz se melje pomoću glatkih valjaka, koji služe i za izmeljavanje sitnog griza, smjese sitnog mliva i sitnih dijelova ljuske.

Nakon što se dobije brašno, potrebno je određenu količinu brašna skladištiti. Brašno se može skladištiti u rinfuzi ili pakirano. Ako se skladišti u rinfuzi skladišti se u siloskim ćelijama za brašno. Tako su se za potrebe skladištenja počeli graditi i silosi za brašno u neposrednoj blizini potrošača brašna. Siloske ćelije su od armiranog betona ili čelika, a njihovo konstrukcijsko rješenje mora osigurati održavanje kakvoće brašne, te da cjelokupan materijal iz silosa izađe van, bez zaostajanja. To znači da u ćelijama ne smije biti mrtvih kutova, a površina unutrašnje stijenke mora biti potpuno glatka. Armirani čelik se koristi kako bi se brašno zaštitilo od utjecaja klimatskih uvjeta (Kljusurić, 2000).

Prijevoz brašna u rinfuzi vrši se cisternama koje su namijenjene za brašno. U silosima za brašno predviđeno je nekoliko ćelija koje se napune određenim tipom brašna spremnog za otpremu u cisternama (Kljusurić, 2000).

Ako se brašno skladišti u pakovinama, pakira se u papirnatu ambalažu, odnosno vreće koje se zatvaraju šivanjem. Brašno se može pakirati i u ventil-vreće, koje se zatvaraju

ventilom ili u vreće pletene od plastičnih materijala. Papir za vreće mora biti takav da izdrži sva mehanička opterećenja, kao što su tlak na ventil punilicama, trešnja za vrijeme punjenja vreće kako bi se brašno zbililo te oblikovanja vreća u oblik kvadra prije slaganja na paletu. Palete moraju biti visine 15 cm, a broj redova ovisi o vrsti brašna, godišnjem dobu te vlažnosti. U skladištima je vrlo bitno osigurati provjetravanje, kako bi se otklonio višak vlage, ukoliko je prisutan.



Slika 3. Silosi koji se koriste za skladištenje brašna (Anonymus\_6, 24.10.2015., url)

Različite vrste pekarskih proizvoda zahtijevaju brašna različitih karakteristika, tako da se danas analize rade kako bi se znala kvaliteta proizvoda. Pravilnikom su propisani opći zahtjevi kakvoće, a zadatak proizvođača je zadovoljiti te uvijete.

Kemijski sastav, hranjiva vrijednost, zdravstveno stanje i tehnološka kakvoća brašna određuju se nizom fizikalnih, kemijskih, reoloških i drugih analitičkih metoda. Premda je teško u potpunosti predvidjeti tehnološku kakvoću brašna, ipak je moguće, primjenom cijelog niza analitičkih metoda ispitivanja kakvoće brašna prije upotrebe, saznati što se može u proizvodnji očekivati od ispitivanog brašna.

Cilj rada je analiza pšeničnog brašna T-550 i T-850 iz različitih siloskih ćelija i provjera dobivenih parametara s važećim zakonskim propisima. „Pravilnik o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta“ (NN 78/05; 135/09; 86/10; 72/11; 142/13). U ovom radu su izvedene neke od analitičkih metoda u laboratoriju mlinsko pekarskog pogona „Papuka“ d.d. Našice.

### 3. MATERIJAL I METODA ISTRAŽIVANJA

Zadatak ovog rada je provesti analizu pšeničnog brašna T-550 i T-850. Potrebno je odrediti postotak vlage, pepela, vlažnog glutena, gluten indeks, padajući broj te farinografsko ispitivanje. Nakon provedenih analiza potrebno je donijeti zaključke o kvaliteti ispitanog brašna, odnosno potrebno je utvrditi da li je brašno zadovoljilo postavljene uvjete i da li je pogodno za daljnju proizvodnju određenih pekarskih proizvoda.

Materijal koji smo istraživali je pšenično brašno, T-550 iz siloske ćelije br. 1 i br. 3 i T-850 iz silosne ćelije br. 2 i br. 4.

Prije samog početka provođenja analiza, potrebno je informirati se o sirovini i laboratorijskom priboru koji se koristi, od samog početka pripreme pšenice za mljevenje, pa do skladištenja brašna.

U laboratoriju su korišteni različiti pribori i instrumenti. Kod određivanja vlage u brašnu korištene su aluminijske posudice u koje se odvagala određena količina brašna. Nakon toga se posudice stavljaju u električni sušionik koji ima automatsko reguliranje temperature i dovoljno strujanje zraka. Kada je sušenje završeno, aluminijska posudica se hladi u eksikatoru koji sadrži različita sredstva za apsorpciju vlage. Kako bi odredili postotak vlage u brašnu, nakon hlađenja, posudice sa osušenim ostatkom potrebno je izvagati na analitičkoj vagi, te izračunati količinu vode prema formuli.

Za određivanja količine pepela u brašnu korištene su porculanske šalice. Porculanske šalice se prvo zagrijavaju u električnoj mufolnoj peći te se zatim hlade u eksikatoru. Nakon hlađenja, u izarene i izvagane šalice stavlja se uzorak brašna koji se kvasi sa 1-2 ml etanola. Po završetku sagorijevanja šalice se vade iz peći te se ostavljaju na hlađenje u eksikatoru. Nakon potpunog hlađenja, šalice se važu na analitičkoj vagi i izračunava se količina pepela prema formuli.

Uređaj koji je korišten za određivanje vlažnog glutena je Glutomatic 2200 i Centrifuga 2015. U komoru od Glutomatic-a se stavlja uzorak brašna koji je natopljen otopinom natrijevog klorida. Nakon što ciklus pranja završi, loptica glutena se stavlja u sitastu kazetu i slijedi centrifugiranje. Nakon centrifugiranja slijedi vaganje na analitičkoj vagi.

Kod određivanja vrijednosti broja padanje koristimo uređaj Falling Number 5000. U visokometarsku cijev se ulije destilirana voda i brašno pomoću plastičnog lijevka. Zatim se zatvori čepom i snažno protrese 20-30 puta kako bi se dobila homogena suspenzija. Nakon toga visokometarska cijev sa uzorkom se stavlja u uređaj te se određuje broj padanja.

Za farinografsko ispitivanje korišten je Brabenderov farinograf. Brašno se temperira na 30 stupnjeva, stavlja se u uređaj i miješa 1 minutu. Dok traje miješanje brašna, bireta se napuni vodom koja je zagrijana na 30°C. Nakon dodavanja vode, proces mijesjenja traje 15 minuta. Kada mijesjenje završi, sa farinograma se očitava konzistencija tijesta, stabilnost tijesta, elastičnost i rastezljivost tijesta te stupanj omekšanja tijesta.

### **3.1. ODREĐIVANJE POSTOTKA VLAGE U BRAŠNU**

Brašno ne bi smjelo imati manje od 12% niti više od 15% vlage. Pretjerana vlažnost može uvjetovati brže kvarenje, gubitak jačine, pljesnivost, povećanje stupnja kiselosti, a smanjena vlažnost može uzrokovati otežano bubrenje, smanjenje moći vezivanja vode i kruh je lošijeg kvaliteta. Vlažnost brašna ovisi o tipu brašna i uvjetima skladištenja, a ovisno o temperaturi i vlažnosti zraka u skladištu, sadržaj vlage u brašnu zauzima ravnotežno stanje koje se mijenja ovisno o vanjskim promjenama. U našim klimatskim uvjetima normalna vlažnost brašna je 13% do 14% (Anonymus\_1, 1.10.2015., url).

Sadržaj vlage utvrđuje se tako da se uzorak nasipa u posudu koja se prethodno osušila, ohladila u eksikatoru i izmjerila težina na analitičkoj vagi. Nakon što se posuda napuni, potrebno ju je izvagati sa točnošću  $\pm 0,001$  grama. Prazne i napunjene posude koje se mjere, mjere se sa poklopcem. Posuda koja se koristi mora biti od stakla i imati promjer 4,5 cm i visine 3 cm; poklopac treba u potpunosti zatvoriti posudu.

Nakon što su posude sa uzorkom izvagane, posude se stavljaju u sušionik koji je zagrijan na 130°C. Sa posude je potrebno skinuti poklopac koji se stavi u sušionik pored posude. U sušioniku se uzorak suši 90 minuta na temperaturi od 130°C, a vrijeme sušenja se računa kada se sušionik zagrijao na 130°C.

Sušionik se mora nalaziti u suhoj prostoriji te se tokom sušenja vrata na sušioniku ne smiju otvarati. Sušionik treba imati automatsku regulaciju temperature sa maksimalnim kolebanjem od  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Nakon završetka sušenja posuda se brzo poklopi još dok je u sušioniku, pa se zatim prenosi u eksikator u kojem se nalazi svježi kalcijev klorid ili silikagel. Kada se posuda ohladi na temperaturu prostorije, izvaže se na analitičkoj vagi sa točnošću od  $\pm 0,001$  grama.

Sadržaj vlage se izračunava u postocima i izračunava se po sljedećoj formuli:

$$\text{sadržaj vlage (\%)} = \frac{a}{m} \cdot 100$$

Gdje je:

a – gubitak u masi (masa posude s uzorkom prije sušenja minus masa posude s uzorkom nakon sušenja) u gramima

m – masa uzorka u gramima

Gubitak mase izražen u postocima označava sadržaj vode u uzorku. Normalna količina vlage koja se nalazi u brašnu iznosi od 12,5 do 15%.

U rutinskoj kontroli rade se najmanje dva određivanja, razlika između dva određivanja ne smije preći  $\pm 0,15\%$ .

### **3.2. ODREĐIVANJE SADRŽAJA PEPELA U BRAŠNU**

U prethodno izžarenu i izvaganu posudu za žarenje odvažuje se oko 5 grama uzorka s točnošću  $\pm 0,1$  mg i rasporedi po zdjelici u sloju jednake debljine. Uzorak se prije sagorijevanja kvasi sa 1-2 ml etanola. Uzorak se spaljuje na grijanoj ploči ili na plemeniku. Pri spaljivanju treba paziti da se uzorak ne zapali. Sagorijevanje se nastavlja sve dok uzorak potpuno ne pougljeni, odnosno do prestanka razvijanja dimnih plinova, kada je sagorijevanje završeno. Porculanska zdjelica se pažljivo unosi u mufolnu peć za žarenje koja je prethodno zagrijana na  $850-900^{\circ}\text{C}$ . Žarenje traje 60-90 minuta .

Kada je žarenje završeno, porculanska zdjelica se izvadi iz peći, prohladi u toku 1 minute na termorezistentnoj ploči, stavi u eksikator da se ohladi do sobne temperature i na kraju se izvaže na vagi sa točnošću  $\pm 0,1$  mg. Izgaranje se smatra gotovim kad uzorak pobijeli. Zagrijavanje, hlađenje i vaganje ponavlja se dok se ne dobije konstantna masa, odnosno dok razlika uzorak dvaju vaganja između uzastopnih spaljivanja ne bude veći od 0,0002 g.



Sadržaj pepela se izražava u postotcima suhe tvari i izračunava se po sljedećoj formuli:

$$\text{sadržaj pepela (\% s.m.)} = \frac{(m1 - m2) \cdot 100}{m0} \cdot \frac{100}{100 \cdot v}$$

$m_0$  – masa izmjenog uzorka (g)

$m_1$  – masa porculanske zdjelice sa ostatkom nakon žarenja (g)

$m_2$  - masa prazne i izarene posude za žarenje (g)

$v$  – sadržaj vlage u uzorku (%)

Pepeo se sastoji od mineralnih oksida K, Mg, Na, S, Ca i P i njihov sadržaj u cjelokupnom znu pšenice kreće se od 1,3 do 2,5%.

Tablica 1. Količina pepela u pojedinim dijelovima pšeničnog zrna (Đaković, 1980)

PERIFERNI DIJELOVI ZRNA		ENDOSPERM	KLICA
Perikarpt, testa i hialinski sloj	7,3 do 9,8%	20,3 do 25,9%	2,8 do 4%
Aleuronski sloj	56,4 do 60,2%		
Skutelum	5,5 do 8,2%		

Najveći dio pepela se nalazi u perifernim dijelovima zrna, pa zato tamnija brašna imaju veći sadržaj pepela, jer imaju veću količinu mekinjastih čestica. Mekinjaste čestice se ne mogu u potpunosti ukloniti iz brašna pa se pri mljevenju ide ili na račun povećanja sadržaja pepela u brašnu ili na račun stupnja iskorištenja zrna. Kako u omotaču ima najviše pepela, to sadržaj pepela služi kao mjerilo sadržaja mekinjastih čestica u brašnu i pokazuje stupanj iskorištenja pšenice pri mljevenju. Prema rezultatima iz prakse, što je veći stupanj iskorištenja pri mljevenju to je veći sadržaj pepela u brašnu. Brašna se prema sadržaju pepela svrstavaju u tipove. Tamnija brašna se od svjetlijih ne razlikuju samo po količini pepela nego i po sadržaju ostalih tvari koje utječu na njihovu tehnološku kvalitetu. Tako tamna brašna imaju veću sposobnost vezivanja vode i veći sadržaj glutena (Anonymus\_1, 1.10.2015., url).

Maksimalno dozvoljeni sadržaj pepela kod brašna T-550 je od 0,50% do 0,60%, a kod T-850 je od 0,80% do 0,90% (Narodne novine, 2005).

### 3.3. ODREĐIVANJE VLAŽNOG GLUTENA (GLUTEN INDEKS)

Proteini su organske makromolekule koje su sastavljene od molekula aminokiselina. Neki proteini u pšeničnom brašnu su topljivi u vodi (oko 15%), to su albumini i globulini, a ostatak (85%) proteina nije topljiv u vodi. Glutelini su proteini koji nisu topljivi u vodi, nalaze se samo u žitaricama zajedno s gliadinom. Oni su važni za pekarstvo kod dobivanja tijesta, jer formiraju gluten. Tijekom ispiranja tijesta s vodom, uklanjaju se zrnca škroba i proteini topljivi u vodi, zaostaju proteini netopivi u vodi, koji s vodom formiraju gumastu i elastičnu masu, vlažni lijepak ili vlažni gluten. Gluten ima veliki utjecaj na osobine tijesta. Sastoji se od niskomolekularne frakcije glijadina i visokomolekularne frakcije glutenina. Glijadin s vodom daje ljepljivu i tegljivu masu koja se lako razilazi, dok glutenin daje čvrstu i elastičnu masu. Glijadinska frakcija utječe na prinos tijesta, dok glutenin određuje razvoj i vrijeme zamjesa tijesta. U dodiru sa vodom dolazi do bubrenja proteina i tijesto poprima plastično-elastične osobine. Tijekom miješanja dolazi do umrežavanja glijadina i glutetnina, nastaje makromolekularna mreža, koja se naziva gluten (Đaković, 1980).

O kvaliteti vlažnog ljepka ovise najvažnije osobine tijesta kao što su: rastezljivost, elastičnost, sposobnost zadržavanja plina i dr. Vlažni ljepak u pšeničnom brašnu, je supstanca plastično-elastičnih svojstava koja se sastoji od proteina glijadina i glutenina, koje zajedno nazivamo gluten. Gluten se dobije ispiranjem škroba i u vodi topivih proteina iz tijesta, nastalog miješanjem 2% vodene otopine NaCl i brašna. Gluten koji se dobije iz pšeničnog brašna, ili uzorka cijelog zrna pšenice na Glutomatic-u, centrifugira se u svrhu protiskivanja vlažnog ljepka kroz specijalno izrađeno sito kod standardiziranih uvjeta. Specijalna izrada sita omogućuje skupljanje oba dijela glutena, odnosno dijela koji ostaju na situ i dijela koji prođe kroz sito. Ukupna težina glutena definira se kao količina glutena, dok se postotak vlažnog ljepka koji ostaje na situ nakon centrifugiranja definira kao Gluten Indeks. Ako je gluten vrlo slab, dogodi se da cijeli prođe kroz sito i Gluten Indeks je 0. Ukoliko ništa ne prođe kroz sito, Indeks je 100.

Samo u vodi netopljive bjelančevine imaju sposobnost da izgrađuju vlažni ljepak, pa su od primarnog značaja za ocjenu tehnološke kvalitete pšeničnog brašna.

Ova metoda bazira se na instrumentu za ispiranje i centrifugi. Uređaj služi za određivanje Gluten Indeksa, što omogućuje dobivanje informacija o kakvoći i količini vlažnog ljepka. Potrebno je od brašna i 2% vodene otopine NaCl pripremiti tijesto iz kojeg se ispiranjem škroba dobiva vlažni lijepak.



Slika 4. Uređaj za određivanje vlažnog glutena (Anonymus\_7 24.10.2015., url)

### 3.3.1. Priprema otopine natrijevog klorida

Natrij-klorid treba biti analitičke čistoće i kakvoće. Voda koja se koristi treba biti destilirana ili kakvoće jednake destiliranoj vodi. Potrebno je otopiti 200 g natrijevog klorida (NaCl) u vodi. Nakon toga razrijediti u 10 litara vode. Otopinu treba pripremati dnevno. Tako pripremljena otopina natrijevog klorida čuva se na temperaturi od 20-25° C.

### 3.3.2. Određivanje vlažnog glutena u uzorcima brašna T-550 i T-850

Kod određivanja vlažnog glutena koristi se komora za pranje sa 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 natrij-klorida iz dispnzera. Lagano se protrese komora tako da se voda raširi preko brašna. Komora za pranje sa uzorkom se stavlja u radni položaj i učvrsti bajunetnim nastavkom. Redosljed miješanja i pranja se vrši automatski. Kad instrument prestane sa radom, odstrani se komora za pranje i pažljivo izvadi gluten, te se nastavlja s centrifugiranjem uzorka.

Kada se ciklus pranja na Glutomatic-u završi, 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. Ova frakcija se izvaže na  $\pm 0,001$ g točnosti i ne odstranjuje se sa vage. Pomoću pincete, izvlači se cijeli gluten koji je ostao na situ i dodaje na vagu radi određivanja ukupne težine glutena. Količina vlažnog ljepekva koja je ostala na situ definira se

kao Gluten Indeks i izražava se u postotcima. Testiranje uzorka se završava izračunavanjem i prikazom rezultata.

Sadržaj glutena: ispod 14% - vrlo mali, 14-20% - mali, 21-24% - zadovoljavajući, 25-27% - dobar i preko 27% - vrlo dobar.

Postotak vlažnog ljepkaka koji je ostao na situ definira se kao Gluten Indeks i izračunava se na sljedeći način:

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

Sadržaj vlažnog ljepkaka izražava se kao postotak težine originalnog uzorka i izračunava se na sljedeći način:

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



Slika 5. Utjecaj količine vlažnog glutena na volumen kruha

(Anonymus\_7, 24.10.2015., url)

Ako su 2 mjerenja provedena istodobno ili neposredno jedno iza drugoga, a izvršena su od strane istog operatera, razlika ne bi smjela prelaziti  $\pm 0,5\%$  vrijednosti vlažnog ljepkaka. U suprotnome, potrebno bi bilo napraviti treće određivanje ili novu, dvostruku probu i kao krajnji rezultat uzeti prosjek svih mjerenja.

Normalan sadržaj vlažnog glutena u brašnu je od 20 do 34%, a ovisi o kvaliteti i sorti pšenice, tipu brašna, dužini i uvjetima skladištenja brašna. Ako je sadržaj glutena ispod 18% ne može se dobiti normalno povezano tijesto, a postotak vlažnog glutena za vrlo kvalitetno brašno iznosi više od 27% (Anonymus\_1, 1.10.2015, url).

### 3.4. ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI BROJA PADANJA (FALLING NUMBER)

Vrijednost broja padanja obrnuto je proporcionalna udjelu  $\alpha$ -amilaze u uzorku i izražava se u sekundama. Broj padanja se definira kao ukupno vrijeme od trenutka ulaganja kivete sa suspenzijom u vodenu kupelj pa do kraja penetracije miješalice viskozimetra kroz škrobni gel, odnosno to je zbir vremena potrebnog za miješanje i vremena za koje miješalica viskozimetra pređe određenu udaljenost kroz zagrijani škrobni gel koji se nalazi u fazi likvefakcije (Ugarčić-Hardi, 2010).

Ova metodom se koristi kako bi se odredile amilolitičke aktivnosti brašna, odnosno viskozna svojstva škroba u brašnu. Enzim amilaza u visokom broju (manje sekundi) uzrokuje slabi elasticitet-stabilitet zbog prevelike aktivnosti. Kod obrnutog slučaja, kad je vrlo nizak enzimski aktivitet, odnosno veliki broj padanja, mrvljivost strukture kruha je velika (Ugarčić-Hardi, 2010).

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. Odvaži se 7g brašna i pomoću plastičnog lijevka, kvantitativno prenese uzorak u visokometarsku 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 oстане suspendirani uzorak, a uzorak koji je ostao na stjenkama se pomoću visokometarske miješalice vrati u suspenziju. Nakon toga visokometarska cijev sa uzorkom se stavlja u uređaj te se određuje broj padanja.

Ako je broj padanja ispod 150 sekundi obična pšenica je proklijala i aktivnost alfa-amilaze je visoka. Ako je broj padanja između 200 i 300 sekundi obična pšenica je bez proklijalih zrna, a aktivnost alfa-amilaze je normalna. Ako je broj padanja veći od 350 sekundi obična pšenica je bez proklijalih zrna, a aktivnost alfa-amilaze je mala.



Slika 6. Uređaj za određivanje broja padanja (Anonymus\_7, 25.10.2015., url)

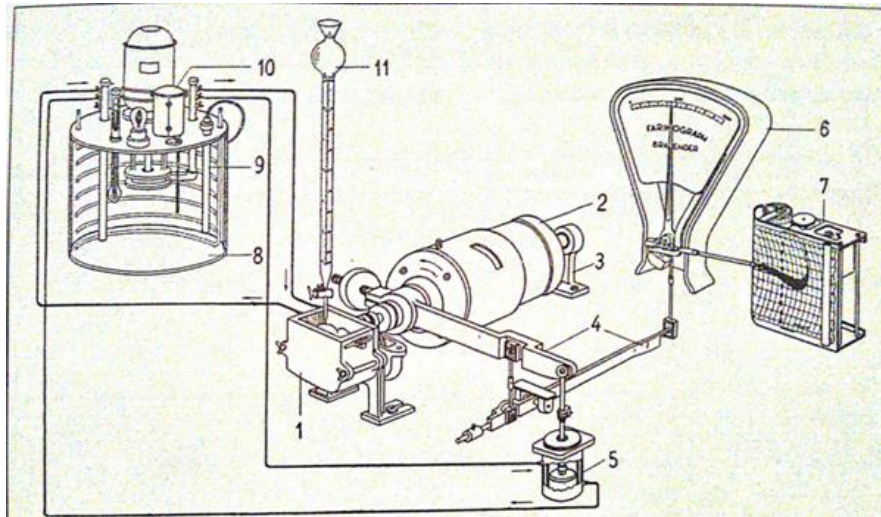
### 3.5. FARINOGRAF

Farinograf je uređaj pomoću kojeg određujemo osobine i ponašanje tijesta pri miješanju, odnosno služi za mjerenje jačine mehaničkog otpora koje tijesto pruža u miješalici. Farinograf radi na principu mjerenja otpora koje pruža tijesto pri miješanju u vremenu od trenutka formiranja tijesta pa do punog razvoja te tijekom daljnjeg miješanja do zaustavljanja miješalice. To je ustvari dinamometar koji mjeri snagu koja je potrebna za kretanje dvije lopatice kroz tijesto, a povezan je sa registrirajućim mehanizmom na kojem se bilježe promjene fizičkih osobina tijesta tokom zamjesivanja (Đaković, 1980).



Slika 7. Brabenderov farinograf (Anonymus\_8, 24.10.2015., url)

Farinograf se sastoji od termostata, miješalice sa Z-lopaticama, uljnog prigušivača, farinografska skala, elektromotora-dinamometra preko kojeg se otpor miješalice prenosi na sistem poluga, prijenosnog polužnog sistema, skale sa podjelom od 1000 farinografskih jedinica (FJ), graduirane birete i pribora za registriranje na pokretnoj traci.



Slika 8. Shematski prikaz farinografa (Kljusarić, 2000)

1 – posuda za miješanje i miješalica sa 60 i 90 okretaja/ min; 2 – elektromotor-dinamometar, 3 – nosač sa ležajem; 4 – sistem poluga; 5 – uljni prigušivač; 6 – farinografska skala; 7 – registrirajući mehanizam; 8 – termostat; 9- grijač; 10 – precizni regulator temperature; 11 – graduirana bireta

Konzistencija tijesta, koja se dobije dodatkom ovako određene količine vode u brašno, smatra se idealnom pri proizvodnji pekarskih proizvoda.

Lopaticice u miješalici su točno određenog oblika i okreću se konstantnom brzinom te brzo formiraju tijesto. Otpor koji tijesto pruža lopaticama se iskazuje u farinografskim jedinicama od 0-1000 (FJ), a predstavlja se kao konzistencija tijesta (Kljusarić, 2000).

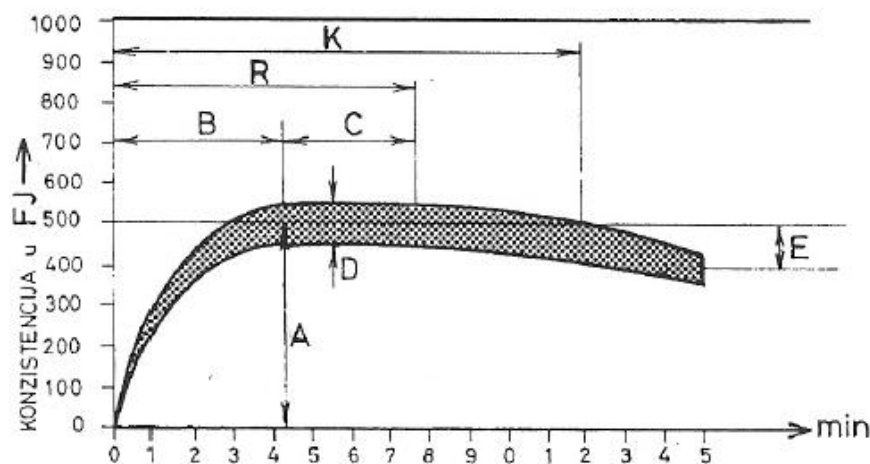
Kako bi se usporedila mjerenja za razna brašna određeno je da se farinogram crta tako da je maksimalna konzistencija tijesta za brašna iz mekih pšenica pri punom razvoju 500 farinografskih jedinica (FJ). Otpor tijesta ovisi o moći upijanja vode promatranog brašna, stoga je potrebno ponajprije utvrditi količinu vode koju treba dodati u odvagano količinu brašna da bi konzistencija u točki punog razvoja tijesta bila 500 FJ. Moć upijanja vode je količina vode koja je bila potrebna za dobivanje tijesta, te se izražava u postocima na osnovu očitavanja utrošenih mililitara sa birete. Što je veća moć upijanja dobije se više tijesta

prilikom zamjesivanja. Konzistencija tijesta, koja se dobije dodatkom ovako određene količine vode u brašno, biti će pogodna za proizvodnju pekarskih proizvoda. (Kljusarić, 2000)

Stupanj omekšanja tijesta se dobije nakon objašnjavanja dijagrama farinografa i smatra se da je brašno dobrog kvaliteta ako je omekšanje nakon 15 minuta miješenja ispod 75 FJ, srednjeg kvaliteta ako je omekšanje od 75–125 FJ, a slabog kvaliteta ako je omekšanje veće od 125 FJ.

Temperatura na kojoj se radi je obično 30 °C. U miješalicu se stavlja 300 g brašna, a voda se dodaje iz graduirane birete. Pomoću farinografa mogu se proučavati promjene fizičkog stanja tijesta ne samo u toku zamjesivanja nego i u procesu vrenja pa se mogu dobiti i podaci o enzimskim, odnosno proteolitičkim djelovanjima u tijestu, a također se mogu dobiti podaci o:

- vremenu razvoja tijesta
- vremenu stabilnosti tijesta pri zamjesivanju
- omekšavanju tijesta pri miješenju
- moći upijanja vode, za određenu konzistenciju tijesta
- promjenama konzistencije u toku odmaranja i vrenja tijesta, itd.



Slika 9. Standardna farinografska krivulja (Anonymus\_1, 1.10.2015, url)

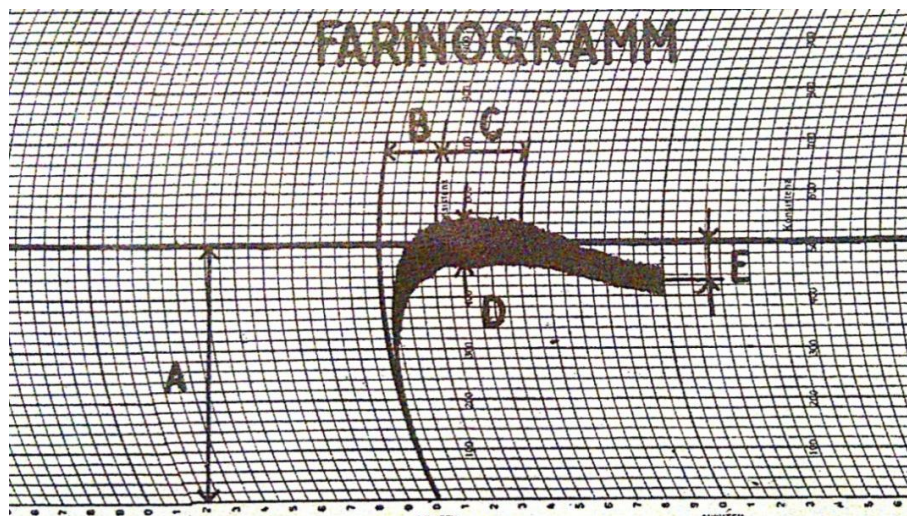
A – konzistencija – izražava se u farinografskim jedinicama (FJ); B – razvoj tijesta se izražava u minutama; C – stabilnost se izražava u minutama; D – elastičnost i rastezljivost



tijesta se izražava u FJ; E – stupanj omekšanja tijesta se izražava u FJ; R – rezistenca (B+C) se izražava u minutama; K – konstanca se izražava u minutama

### 3.5.1. Farinogram

Farinogram se crta na pokretnom papiru sa ucrtanim koordinatnim sustavom, koji ima zakrivljenu ordinatu. Na ordinati su vrijednosti izražene u farinografskim jedinicama, a vrijeme na apscisi je označeno u minutama. Od samog početka miješanja raste otpor tijesta te nakon određenog vremena postiže svoj maksimum.



Slika 10. Podaci koji se iščitavaju na farinogramu (Kljusarić, 2000)

Izradom farinograma dobiju se slijedeći podaci:

A – konzistencija tijesta u FJ. Postotak vode za zadanu konzistenciju odredi se biretom kod početne krivulje

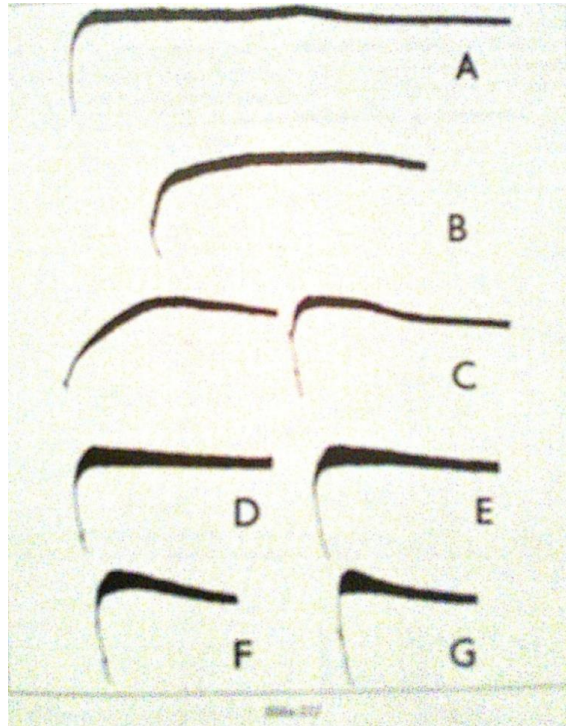
B – razvoj tijesta tj. vrijeme u minutama od početka miješanja do postignute optimalne konzistencije

C – stabilnost tijesta tj. vrijeme izraženo u minutama kroz koje se konzistencija tijesta neće mijenjati

D – elastičnost i rastezljivost tijesta

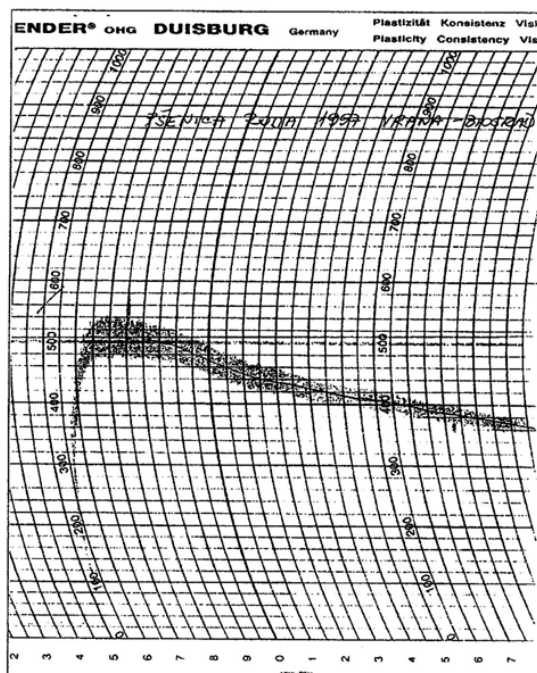
E – stupanj omekšanja tijesta izmjeren u FJ označava razliku u čvrstoći tijesta od početka omekšanja i daljnjeg miješanja nakon 15 minuta (Kljusarić, 2000).

Zbrojem vremena razvoja tijesta i stabilnosti tijesta (B+C) izračuna se otpornost tijesta izražena u minutama kao mjerilo tolerancije miješanja. Konzistencijom tijesta u minutama izražava se vrijeme od početka zamjesa do trenutka kada gornji dio krivulje pri njenom padanju stekne liniju od 500 FJ (Kljusarić, 2000).



Slika 11. Farinogrami dobiveni iz različitih vrsta pšenice (Kljusarić, 2000)

Slika 11. prikazuje nekoliko farinograma izvan koordinatnog sustava. A i B farinogram prikazuju dva različita brašna koja su dobivena mljevenjem tvrde pšenice. Na slici A je brašno koje ima veliko vrijeme razvoja tijesta, veliku stabilnost i praktički nema omekšanja tijesta. Farinogram B prikazuje brašno s kojim se dobije tijesto sa dugim vremenskim razvojem, nešto kraćim vremenom stabilnosti i sa nešto malo popuštanja tijekom miješanja. Farinogram C prikazuje dva tipična, prosječno dobra brašna dobivena mljevenjem meke pšenice. Oba tijesta imaju dugo vrijeme razvoja, stabilna su i nemaju naglih ni velikih omekšanja. Farinogram od D-G prikazuje brašno koje je dobiveno mljevenjem smjese tvrdih i mekih pšenica. Na dijagramima se vidi da ako povećamo količinu meke pšenice u smjesi za mljevenje dobivamo brašna koja daju sve mekše tijesto (Kljusarić, 2000).



Slika 12. Prikaz farinograma slabog brašna (Kljusarić, 2000)

Slika 12. prikazuje farinogram slabog brašna. Brašno sa farinograma, dobiveno je mljevenjem slabe pšenice. Vrijeme u kojemu se tijesto razvija je vrlo kratko, te tijesto ne prikazuje stabilnost, jer krivlja počinje padati čim dosegne maksimum zbog naglog i velikog omekšanja. Kada bi u zamjes dodali sol i kvasac te ostavili da stoji 1 sat u farinografu dobili bi mjerenje krivulje odmaranja odnosno krivulju vrenja. Dok se mjerenjem zamjesa od brašna i vode dobije farinogram na kojem je prikazana pojava pri bubrenju glutena, iz krivulje vrenja može se zaključiti koliko je podložan gluten enzimskoj razgradnji. Omekšanje tijesta uzrokuju proteolitički enzimi zato je poželjno da ih u tijestu bude što manje (Kljusarić, 2000).

Ispitivanjem, na farinografu se može utvrditi da li ima promjena u tijestu dodavanjem raznih dodataka, pa tako se dodatkom soli smanjuje moć upijanja vode od 1,5% do 2,0%, ali se povećava stabilnost tijesta (Kljusarić, 2000).

## 4. REZULTATI

Tablica 2. Sadržaj vlage u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)

1.dan	T-550	T-850
VLAGA U BRAŠNU (%)	14,24	13,22

Tablica 3. Sadržaj vlage u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)

2. dan	T-550	T-850
VLAGA U BRAŠNU (%)	14,63	14,80

Tablica 4. Količina pepela u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)

1.dan	T-550	T-850
KOLIČINA PEPELA (%)	0,513	0,855

Tablica 5. Količina pepela u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)

2.dan	T-550	T-850
KOLIČINA PEPELA (%)	0,496	0,772

Tablica 6. Količina vlažnog glutena u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)

1.dan	T-550	T-850
VLAŽNI GLUTEN (%)	25,3	26,2

Tablica 7. Količina vlažnog glutena u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)

2.dan	T-550	T-850
VLAŽNI GLUTEN (%)	26,9	27,1

Tablica 8. Gluten Indeks brašna T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)

1.dan	T-550	T-850
GLUTEN INDEKS	99	90

Tablica 9. Gluten Indeks brašna T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)

2.dan	T-550	T-850
GLUTEN INDEKS	97	94

Tablica 10. Padajući broj brašna T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)

1. dan	T-550	T-850
PADAJUĆI BROJ (s)	387	399

Tablica 11. Padajući broj brašna T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)

2. dan	T-550	T-850
PADAJUĆI BROJ (s)	417	409

Tablica 2. Podaci dobiveni farinografskim ispitivanjem brašna T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)

1.dan	T-550	T-850
UPIJANJE VODE (%)	55,3	55,8
RAZVOJ TIJESTA (min.)	1,5	1,2
STABILITET (min.)	1,5	5,0
REZISTENCIJA (min.)	3,0	6,2
STUPANJ OMEKŠANJA (FJ)	60	80
KVALITETNI BROJ	63,1	64,7
GRUPA KVALITETE	B1	B1

Tablica 3. Podaci dobiveni farinografskim ispitivanjem brašna T-550(silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)

2.dan	T-550	T-850
UPIJANJE VODE (%)	54,3	54,0
RAZVOJ TIJESTA (min)	1,6	1,5
STABILITET (min)	1,4	6,0
REZISTENCIJA (min)	3,0	7,5
STUPANJ OMEKŠANJA (FJ)	60	60
KVALITETNI BROJ	68,0	76,4
GRUPA KVALITETE	B1	A2

## 5. RASPRAVA

Tablica 2. i Tablica 3. pokazuju rezultate količine vlage koja se nalazila u brašnu. Količina vlage u brašnu T-550 iz silosne ćelije br. 1 iznosi 14,24%, dok T-850 iz silosne ćelije br. 2 ima 13,22% vlage. T-550, iz silosne ćelije br. 3, sadrži 14,63% vlage, a T-850, iz silosne ćelije br. 4, sadrži 14,80%. Iz toga možemo zaključiti da količina vlage koja se nalazi u brašnu je zadovoljavajuća iz svih silosnih ćelija.

Tablica 4. i Tablica 5. prikazuju rezultate količine pepela koja se nalazi u brašnu. T-550 iz silosne ćelije br. 1 bilo 0,513%, a u T-850, silosne ćelije br. 2, 0,855% pepela. U skladu s odredbama Pravilnika (NN 78/05) možemo zaključiti da je količina pepela zadovoljila odredbe važećeg Pravilnika. Količinu pepela koja se nalazila u brašnu T-550, iz silosne ćelije br. 3, iznosila je 0,496%, a u brašnu T-850, iz silosne ćelije br. 4, je 0,772%. Brašno T-850 iz silosne ćelije br. 4 je zadovoljilo, dok je brašno T-550 iz silosne ćelije br. 3 malo ispod zahtjeva Pravilnika.

Tablica 6. i Tablica 7. prikazuje rezultate kolika količina vlažnog glutena se nalazila u brašnu T-550 i T-850. T-550 iz silosne ćelije br. 1 sadrži 25,3%, a T-850 koji se nalazio u silosnoj ćeliji br. 2 je 26,2% vlažnog glutena. T-550 iz silosne ćelije br. 3 sadrži 26,9%, a T-850 iz silosne ćelije br. 4 27,1% vlažnog glutena. Može se zaključiti da su sva brašna zadovoljila svojom količinom vlažnog glutena.

Tablica 8. i Tablica 9. prikazuje koliki je gluten indeks u brašnu T-550 i T-850. Kod brašna T-550 iz silosne ćelije br. 1 gluten indeks je 99, a kod T-850 iz silosne ćelije br. 2 je 90. Kod brašna T-550 iz silosne ćelije br. 3, gluten indeks je 97, a kod T-850 koji se nalazio u silosnoj ćeliji br. 4 je 94. Gluten indeks je iznad 90, što znači da je gluten jak.

Tablica 10. i Tablica 11. prikazuje rezultate „broja padanja“ kojim se dokazuje prisustvo prokljalih zrna žita i alfa-amilazna aktivnost uzorka. Iz Tablice 10. se vidi da broj padanja kod T-550, iz silosne ćelije br. 1, 387 sekundi, a kod T-850, iz silosne ćelije br. 2, 399 sekundi. Iz Tablice 11. broj padanja kod T-550 iz silosne ćelije br. 3 iznosi 417 sekundi, a kod T-850 iz silosne ćelije br. 4 je 409 sekundi. Iz toga se može zaključiti da nema prokljalih zrna i aktivnost alfa-amilaza je mala.

Tablica 12. i Tablica 13. prikazuju rezultate kod farinografskog ispitivanja. Prema farinografskom ispitivanju može se zaključiti da brašno T-850 iz silosne ćelije br. 2, iz Tablice

12., ima veću moć upijanja vode, dok kod brašna iz Tablice 13. veću moć upijanja ima brašno T-550 iz silosne ćelije br. 3. 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 iz silosne ćelije br. 3 je iznosio 1,5 minuta, a od T-550, iz silosne ćelije br. 3, 1,6 minuta. Kod tijesta od brašna T-850 iz silosne ćelije br. 2 razvoj tijesta iznosio je 1,2 minuta, a od T-850 iz silosne ćelije br. 4 je iznosio 1,5 minuta.

Stabilitet, odnosno vrijeme kroz koje se konzistencija tijesta neće mijenjati, je manji kod brašna T-550 iz silosne ćelije br. 3 koje je ispitano drugi dan.

Prvog i drugog dana je stupanj omekšanja kod T-550 iz silosne ćelije br. 1 i br. 3 bio dobre kvalitete, dok je kod T-850 stupanj omekšanja iz silosne ćelije br. 2 je srednje kvalitete, a iz silosne ćelija br. 4 je dobre 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. Po tablici s rezultatima se vidi da je brašno T-550 iz silosne ćelije br. 1 i T-850 iz silosne ćelije br. 2 svrstano u grupu B1, što znači da spadaju u dobra brašna. Brašno T-550 iz silosne ćelije br. 3 je svrstano u B1, kao dobro brašno, a T-850 iz silosne ćelije br. 4 u A2 kao jako dobro brašno.



## 6. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata se mogu izvesti sljedeći zaključci:

- količina vlage koja se nalazi u brašnu T-550 i T-850 je zadovoljavajuća, odnosno u skladu s zakonskim propisima, kao i količina pepela.
- iako je količina vlažnog glutena bila zadovoljena kod svih brašna, količina vlažnog glutena je bila najbolja kod brašna T-850 (silosna ćelija br. 4), što znači da to brašno spada u brašna velike kvalitete.
- zbog dobre količine vlažnog glutena, tijesto će biti dobre elastičnosti, rastezljivosti i čvrstoće.
- nema prokljalih zrna i aktivnost alfa-amilaza je mala.
- iz rezultata, koji se vide iz ispitivanja pomoću farinografa, možemo zaključiti da je brašno T-850 (silosna ćelija br. 4) najbolje kvalitete.
- analizom brašna vidi se da su brašna T-550 i T-850 vrlo dobre kvalitete te su pogodna za proizvodnju pekarskih proizvoda.

## 7. LITERATURA

1. Đaković, L.J. (1980) *Pšenično brašno*. Novi Sad: Naučna knjiga.
2. Filipović, N.; Kaluđerški G. (1998) *Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda*. Novi Sad: Tehnološki fakultet.
3. Kljusurić, S. (2000) *Uvod u tehnologiju mljevenja pšenice*, Metković: Prehrambeno tehnološki fakultet, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku.
4. Ugarčić – Hardi, Ž. (1999) *Tehnologija proizvodnje i prerade brašna: Opći dio i skladištenje žitarica*. Osijek: Prehrambeno – tehnološki fakultet.
5. Ugarčić – Hardi, Ž. (1999) *Tehnologija proizvodnje i prerade brašna: Mlinarstvo*. Osijek: Prehrambeno - tehnološki fakultet.
6. Ugarčić-Hardi Ž., Koceva Komlenić D., Jukić M., Kuleš A. (2010) *Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla I (Žitarice): Upute za laboratorijske vježbe*, Osijek: Prehrambeno - tehnološki fakultet.
7. Šumarac, Ž. (1964) *Priručnik o kvalitetu prehrambenih proizvoda: Miris*. Beograd: Privredni pregled
8. Narodne novine (2005) *Pravilnik o žitaricama, mlinarskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta*. Zagreb: Narodne novine d.d. br 78/05
9. Anonymus\_1, (1.10.2015)  
<https://bs.scribd.com/doc/256487734/Tehnologija-bra%C5%A1na-i-kruha>
10. Anonymus\_2, 24.10.2015.  
<http://www.podravka.hr/clanak/2001968/ukratko-o-brasnima8230/>
11. Anonymus\_3 (25.10.2015)  
[http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/PDF/Psenica.pdf](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/PDF/Psenica.pdf)
12. Anonymus\_4, 17.11.2015.  
<http://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/psenica-108/>
13. Anonymus\_5, 25.10.2015.  
<http://www.coolinarika.com/magazin/clanak/sva-zrna-psenice/>
14. Anonymus\_6,24.10.2015.  
<http://www.sraspopovic.com/Baza%20znanja%20dokumenti/Polj.i%20prehr/IV%20razred/vjezbe%20za%20analizu%20zita%20i%20brasna.pdf>
15. Anonymus\_7, 24.10.2015.  
<http://www.mss-jo.com/content/pertern>

16. Anonymus\_8, 24.10.2015.

[http://www.mlinnic.rs/\\_laboratorija/](http://www.mlinnic.rs/_laboratorija/)

## 8. POPIS TABLICA

Tablica 1. Količina pepela u pojedinim dijelovima pšeničnog zrna (Đaković, 1980).....	11
Tablica 2. Sadržaj vlage u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)..	22
Tablica 3. Sadržaj vlage u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4) ...	22
Tablica 4. Količina pepela u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2)	22
Tablica 5. Količina pepela u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4)	22
Tablica 6. Količina vlažnog glutena u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2).....	22
Tablica 7. Količina vlažnog glutena u brašnu T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4).....	23
Tablica 8. Gluten Indeks brašna T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2).....	23
Tablica 9. Gluten Indeks brašna T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4).....	23
Tablica 10. Padajući broj brašna T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2).....	23
Tablica 11. Padajući broj brašna T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4).....	23
Tablica 12. Podaci dobiveni farinografskim ispitivanjem brašna T-550 (silosna ćelija br. 1) i T-850 (silosna ćelija br. 2) .....	24
Tablica 13. Podaci dobiveni farinografskim ispitivanjem brašna T-550 (silosna ćelija br. 3) i T-850 (silosna ćelija br. 4) .....	24

## 9. POPIS SLIKA

Slika 1. Zrno pšenice .....	4
Slika 2. Pšenica .....	5
Slika 3. Silosi koji se koriste za skladištenje brašna .....	7
Slika 4. Uređaj za određivanje vlažnog glutena .....	13
Slika 5. Utjecaj količine vlažnog glutena na volumen kruha .....	14
Slika 6. Uređaj za određivanje broja padanja .....	16
Slika 7. Brabenderov frinograf .....	16
Slika 8. Shematski prikaz farinografa .....	17
Slika 9. Standardna farinografska krivulja .....	18
Slika 10. Podaci koji se iščitavaju na farinogramu .....	19
Slika 11. Farinogrami dobiveni iz različitih vrsta pšenice .....	20
Slika 12. Prikaz farinograma slabog brašna .....	21

U Požegi, lipanj 2016. godine  
Ime i prezime: Antonela Minarik

## **IZJAVA O AUTORSTVU RADA**

Ja, **Antonela Minarik**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Kontrola kvalitete bijelog i polubijelog brašna** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 28.06.2016.

Antonela Minarik

---