



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF TECHNOLOGY



NATAŠA LAKIĆ-KARALIĆ

**UTICAJ TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA MLJEVENJA
PŠENICE NA SVOJSTVA I KVALITET TIPSKIH I
NAMJENSKIH BRAŠNA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

BANJA LUKA, 2022.



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF TECHNOLOGY



NATAŠA LAKIĆ-KARALIĆ

**EFFECT OF THE TECHNOLOGICAL PROCEDURES
IN WHEAT MILLING PROCESS ON THE
PROPERTIES AND QUALITY OF TYPE AND
PURPOSE FLOURS**

DOCTORAL DISSERTATION

BANJA LUKA, 2022.

Mentor: Prof. dr Ladislav Vasilišin, vanredni profesor, Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

Naslov doktorske disertacije: „Uticaj tehnoloških postupaka mljevenja pšenice na svojstva i kvalitet tipskih i namjenskih brašna“

Rezime: Savremene industrije: pekarska, tjesteničarska i konditorska, kao i krajnji potrošači, postavljaju zahtjeve i diktiraju uslove u pogledu kvaliteta širokog assortimana tipskih i namjenskih vrsta pšeničnog brašna za određene proizvode. Cilj ove disertacije je, u specifičnim industrijskim uslovima mljevenja pšenice, ispitati mogućnost proizvodnje brašna sa što manjim udjelom uvozne pšenice, odnosno uz koncept upotrebe domaćih sirovina, gdje uz očuvanje kvaliteta brašna i uvažavanje zahtjeva potrošača iz prehrambene industrije, ovakav koncept ima značajan ekonomski efekat. U okviru realizacije postavljenog cilja rada, vršena je karakterizacija odabranih sirovina za proizvodnju različitih vrsta tipskih i namjenskih brašna. Potom je vršeno istraživanje efekta miješanja pomenutih sirovina u adekvatnim odnosima, kreiranje odgovarajućeg dijagrama mljevenja, te primjenom izabranih tehnoloških postupaka proizvodnja tri tipske vrste brašna za pekarstvo, dvije namjenske vrste brašna za tjesteničarsku industriju i dvije namjenske vrste brašna za izradu odabranih proizvoda srodnih keksima. Nakon toga slijedi ispitivanje parametara kvaliteta proizvedenih vrsta brašna, kao i stepen zadovoljenja specifičnih zahtjeva potrošača iz prehrambene industrije. Na kraju, da bi se kompletno sagledao kvalitet i upotrebna vrijednost proizvedenih vrsta brašna, ispitana je i kvalitetni profil njihovih krajnjih proizvoda: hljeba, tjestenine – makarona, vafel-proizvoda i štrudlica sa voćnim punjenjem. Na osnovu prikazanih rezultata, može se zaključiti da proizvedena eksperimentalna tipska brašna za pekarsku industriju, kao i namjenska brašna za izradu odabranih proizvoda srodnih keksima, posjeduju zadovoljavajući tehnološki kvalitet, kao i visok stepen namjenske pogodnosti. Kada je riječ o eksperimentalnim vrstama brašna namijenjenim za tjesteničarsku industriju, koja se odlikuju zadovoljavajućim tehnološkim kvalitetom, s obzirom da pomenuta vrsta brašna potencijalno može biti ekonomičnija varijanta u odnosu na krupicu durum pšenica, preporučuje se dodatno eksperimentisanje u smislu optimizacije i prilagođavanja tehnološkog procesa proizvodnje tjestenine, sa ciljem smanjenja tvrdoće tjestenine i količine loma.

Ključne riječi: pšenica, mljevenje, tipsko brašno, namjensko brašno, kvalitet

Naučna oblast: Inženjerstvo i tehnologija

Naučno polje: Ostala inženjerstva i tehnologije

Klasifikaciona oznaka: T-430 – Tehnologija hrane i pića

Tip odabrane licence Kreativne zajednice: Autorstvo – nekomercijalno (CC – BY – NC)

Doctoral supervisor: Ladislav Vasilisin, PhD, Associate Professor, Faculty of Technology, University of Banja Luka

Title of the doctoral dissertation: „Effect of the technological procedures in wheat milling process on the properties and quality of type and purpose flours“

Abstract: Modern baking industry, pasta industry and confectionery industry, and also ultimate consumers, are setting the request and dictating the terms that refers to the quality of very broad spectrum of different kind of wheat flour for production of certain products. The aim of these dissertation is to, in specific industrial conditions of wheat milling, analyze the possibility of flour production, with as less part in mixture of import wheat as possible, that is with the concept of using the domestic raw material. That concept has a significant economic effect, along with quality of wheat preservation and respect of the consumer demands from food industry. In order to realize the aim of these dissertation, characterization of chosen raw materials for production of different kind of wheat flour (different type and different purpose) has been conducted. After that, exploration of the effect of raw material mixing in adequate ratios has been conducted, creation of grinding diagram has been perform, and, with the application of the chosen technological procedures, production of three types of flour for baking industry, two types of flour with purpose for pasta production industry and two types of flour with purpose for production of selected products related to biscuits. Next phase has been analyzing the quality parameters of produced samples of flour and degree of satisfaction in specific requirements of the consumer from food industry. At the end, in order to completely perceive and understand the quality and value as raw material of produced samples of flour, quality profile of their final product (bread, pasta – macaroni, wafer product and biscuit roll filled with fruit paste) has been analyzed. Based on the obtained results, one can conclude that produced experimental types of wheat flour for baking industry and wheat flours with purpose for production of selected products related to biscuits, have satisfactory technological quality and high degree of suitability for certain purpose. In case of experimental types of flour with purpose in pasta production industry, with satisfactory technological quality, given that these samples of flour could be potentially more economic than semolina, it is recommended additional experimenting in terms of optimization and

adjustment of technological process of pasta production, with end goal in reducing the firmness of pasta and amount of broken pieces.

Key words: wheat, milling, type flour, purpose flour, quality

Scientific area: Engineering and technology

Scientific field: Another engineering and technology

Classification Code (CERIF Classification): T - 430 – Technology of food and drink

Type the selected license Creative Communities: Authorship -non-commercial (CC BY-NC)

Za sve osobe u mom životu koje su pomogle u izradi ovog rada, riječima, djelima, znanjem, srcem, pozitivnom energijom, nesobičnošću, plemenitošću, dobrom voljom.

Hvala

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ RADA I HIPOTEZA	2
3. TEORETSKI DIO	5
3.1. SVOJSTVA PŠENIČNOG ZRNA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU BRAŠNA	5
3.1.1. Anatomska građa i hemijski sastav zrna pšenice	5
3.1.2. Pokazatelji tehnološkog kvaliteta pšenice	6
3.2. USITNAVANJE PŠENIČNOG ZRNA	9
3.2.1. Miješanje	10
3.2.2. Priprema pšenice za mljevenje	11
3.2.3. Mljevenje pšenice	12
3.2.3.1. Usitnjavanje pšeničnog zrna mlinskim valjcima	14
3.3. PASAŽNA BRAŠNA – UDIO I OSOBINE	17
3.4. KVALITET BRAŠNA	19
3.4.1. Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju pekarskih proizvoda	21
3.4.2. Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju tjestenine	26
3.4.3. Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju keksa i proizvoda srodnih keksu	28
3.5. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE HLJEBA	31
3.5.1. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje hljeba	33
3.6. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE TJESTENINA	37
3.6.1. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje tjestenina	38
3.7. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE VAFEL PROIZVODA I TRAJNIH KOLAČA	40
3.7.1. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje vafel listova	42
3.7.2. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje trajnog kolača	44
3.8. OCJENA KVALITETA	45
3.8.1. Ocjena kvaliteta hljeba	45
3.8.2. Ocjena kvaliteta tjestenina	47
3.8.3. Ocjena kvaliteta vafel proizvoda i trajnih kolača	49
3.8.4. Instrumentalni metodi ocjene kvaliteta	50
3.8.5. Senzorna analiza prehrambenih proizvoda	51
4. EKSPERIMENTALNI DIO	54
4.1. MATERIJAL KORIŠTEN ZA REALIZOVANJE EKSPERIMENTA	54
4.2. METODE RADA	57
4.2.1. Ispitivanja kvaliteta pšenice	57
4.2.2. Ispitivanja kvaliteta brašna	58

4.2.3.	Ispitivanja kvaliteta pšenice i brašna.....	61
4.2.4.	Ispitivanja kvaliteta hljeba	62
4.2.5.	Ispitivanja kvaliteta tjestenine – makarona	65
4.2.6.	Ispitivanja kvaliteta vafel proizvoda	68
4.2.7.	Ispitivanja kvaliteta trajnog kolača - štrudlica	69
4.2.8.	Statistička obrada dobijenih rezultata	71
4.3.	REZULTATI I DISKUSIJA.....	72
4.3.1.	Rezultati ispitivanja kvaliteta pšenice i diskusija.....	72
4.3.2.	Rezultati ispitivanja kvaliteta pasažnih brašna i diskusija	83
4.3.3.	Rezultati ispitivanja kvaliteta tipskih i namjenskih vrsta brašna i diskusija	103
4.3.3.1.	Rezultati ispitivanja granulometrijskog sastava tipskih i namjenskih vrsta brašna.....	103
4.3.3.2.	Rezultati ispitivanja tipskih vrsta brašna namijenjenih za pekarsku industriju.....	103
4.3.3.3.	Rezultati ispitivanja kvaliteta namjenskih vrsta brašna za tjesteničarsku industriju.....	107
4.3.3.4.	Rezultati ispitivanja kvaliteta namjenskih vrsta brašna za izradu odabralih proizvoda srodnih keksu.....	110
4.3.4.	Rezultati ispitivanja kvaliteta gotovih proizvoda i diskusija	113
4.3.4.1.	Rezultati ispitivanja kvaliteta pekarskih proizvoda – hljeba	113
4.3.4.2.	Rezultati ispitivanja kvaliteta tjestenine – makarona.....	119
4.3.4.3.	Rezultati ispitivanja kvaliteta proizvoda srodnih keksima – vafla i štrudlica.....	126
5.	ZAKLJUČCI.....	134
6.	LITERATURA.....	140
7.	PRILOZI.....	151

1. UVOD

Pšenično brašno kao osnovna sirovina za proizvodnju velikog assortimana proizvoda jedan je od najuticajnijih faktora, posmatrajući ne samo sirovine nego i ostale elemente tehnološkog sistema, jer se njegov kvalitet u najvećoj mjeri prenosi na kvalitet gotovog proizvoda. Ugrađujući u proizvod sva svoja kvalitetna svojstva i prehrambeno-tehnološka obilježja, pšenično brašno zajedno sa ostalim sirovinama trajno ostaje u njemu, formirajući pri tom dominantnu kvantitativnu i kvalitativnu vrijednost proizvoda.

Ukupan kvalitet pšeničnog brašna se cjeni prema prehrambenoj i tehnološkoj vrijednosti, pa se izražava kroz prehrambeni i tehnološki kvalitet. Prehrambeni kvalitet obuhvata sadržaj svih hranljivih materija. Tehnološki kvalitet predstavlja ona svojstva brašna koja, tokom prerade, utiču na pekarsku, kulinarsku i estetsku vrijednost finalnog proizvoda.

Tehnološki kvalitet pšeničnog brašna uvijek treba posmatrati u skladu sa njegovom namjenom. Tako je neki tip brašna, za neku vrstu proizvoda lošeg kvaliteta i neupotrebljiv, dok je taj isti tip brašna za dobivanje neke druge vrste proizvoda dobrog kvaliteta i upotrebljiv. Na osnovu tih činjenica, u teoriji i praksi mlinarske industrije došlo se do pojma namjenske pogodnosti pšeničnog brašna u proizvodnji određenog proizvoda, te razlikujemo brašno za hljeb, brašno za tjestenine, brašno za biskvite, vafle, kekse i druge proizvode.

Pod pojmom namjenske pogodnosti pšeničnog brašna za proizvodnju određenog finalnog proizvoda, podrazumijevamo stepen usklađenosti i prilagođenosti njegovih tehnoloških svojstava sa zahtjevima tehnološkog procesa proizvodnje i kvaliteta proizvoda. Pšenično brašno neodgovarajućeg tehnološkog kvaliteta (nizak stepen namjenske pogodnosti) će imati negativan uticaj u postupku proizvodnje, koji će se izražavati kroz nastajanje nepoželjnih pojava i pogonskih problema. Posljedice takvog dejstva će se reflektovati na umanjenje efekta proizvodnje, stepena iskorištenja sirovina i kvaliteta gotovog proizvoda.

2. CILJ RADA I HIPOTEZA

Cilj ovog rada se bazira na kompleksnim istraživanjima u eksperimentalnom radu, u specifičnim tehnološkim uslovima mljevenja pšenice u mlinu „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka, sa krajnjim rezultatom proizvodnje kvalitetnih tipskih i namjenskih brašna pod prihvatljivim tržišnim uslovima.

Savremena pekarska, tjesteničarska i konditorska industrija, kao i širok krug potrošača, postavljaju određene zahtjeve u pogledu proizvodnje širokog assortimenta namjenskih brašna za određene proizvode.

Potrebno je imati u vidu i činjenicu da se dio kvalitetnije pšenice, koja služi kao poboljšivač u pripremi pšenice za mljevenje, obezbjeđuje iz uvoza. Eksperimentalno bi smo pokušali proizvesti brašna sa što manjim udjelom uvozne pšenice, uz očuvanje kvaliteta brašna i ispunjavanje zahtjeva kupaca. Ovakav koncept obezbjeđenja domaćih sirovina, pored tehnološko-ekonomskog efekta, sa naglaskom na ekonomski efekat jer je snabdijevanje vlastitom pšenicom povoljnije sa stanovišta transportnih troškova, ima i širi društveni interes u razvoju primarne proizvodnje pšenice u ovom regionu.

Realizacija tehnološkog procesa mljevenja pšenice je uslovljena postavkom odgovarajućeg dijagrama mljevenja, te vođenjem samih postupaka na bazi kontrole kvaliteta pasažnih brašna. Tu polazimo od pretpostavke da se na svakom prolazištu dobijaju različite količine poluproizvoda i gotovih proizvoda sa različitim kvalitetom. Određivanjem tih razlika i samog kvaliteta pasažnih brašna se ostvaruju preduslovi za proizvodnju različitih vrsta tipskih i namjenskih brašna. Ukoliko neko pasažno brašno pokazuje lošiji kvalitet, posmatrano sa gledišta pekarstva, moguće ga je upotrebljavati u nekoj drugoj industriji, u okviru koje je kvalitet sasvim zadovoljavajući, ili ono se može iskoristiti u smješti sa drugim pasažnim brašnima dajući željeni kvalitet.

U nama dostupnoj literaturi postoje publikovani radovi iz ovog područja, ali je to specifična oblast, zbog različitosti zahtjeva kupaca brašna, zbog čuvanja poslovne tajne, zbog mljevenja različitih sorti pšenica koje su dostupne u određenim regijama, a čiji se kvalitet i strukturno mehanička svojstva značajno razlikuju, tako da se rezultati mnogih istraživanja ne mogu neposredno koristiti u našoj praksi.

Imajući na umu prethodno navedeno, u okviru ove doktorske disertacije postavljeni su sljedeći ciljevi:

1. Karakterizacija sirovina namjenjenih za proizvodnju različitih vrsta tipskih i namjenskih brašna (tri vrste pšenica sa različitih lokaliteta).
2. Istraživanje efekata korištenja pšenica iz primarne proizvodnje sa područja koje gravitira predmetnom mlinu u optimalnom odnosu sa uvoznom pšenicom kao poboljšivačem kvaliteta brašna.
3. Kreiranje odgovarajućeg dijagrama mljevenja i primjenom adekvatnih tehnoloških postupaka, proizvodnja tri tipske vrste brašna za izradu pekarskih proizvoda, dvije namjenske vrste brašna za izradu tjesteničarskih proizvoda, te dvije namjenske vrste brašna za izradu odabranih proizvoda srodnih keksima (namjensko brašno za proizvodnju vafel listova i namjensko brašno za proizvodnju štrudlica), koja bi proširila paletu funkcionalnih proizvoda.
4. Utvrđivanje tehnoloških parametara kvaliteta tipskih i namjenskih brašna za pekarsku, tjesteničarsku i konditorsku industriju, kao i stepen zadovoljenja specifičnih zahtjeva potrošača.
5. Sagledavanje uticaja proizvedenih tipskih i namjenskih brašna na kvalitetni profil krajnjih proizvoda: hljeba, makarona, vafel proizvoda i štrudlica sa voćnim punjenjem.

Kako bi se u toku izrade ove doktorske disertacije ispitala mogućnost da se u preduzeću „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka, uz postojeće specifične uslove, opremu i odabranu polaznu sirovinu, proizvedu tipska i namjenska pšenična brašna koja imaju parametre kvaliteta usaglašene sa identifikovanim potrebama kupaca iz određenih industrijskih grana, odnosno za izradu pekarskih proizvoda, tjesteničarskih proizvoda i odabranih proizvoda srodnih keksima, **postavljene su hipoteze:**

H1: Pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa pšenica i pasažnih brašna različitih svojstava, mogu se proizvesti tipska pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu pekarskih proizvoda – hljeba.

H2: Pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa frakcija mliva određenih svojstava, mogu se proizvesti namjenska pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu tjesteničarskih proizvoda - makarona.

H3: Pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa frakcija mliva

određenih svojstava, može se proizvesti namjensko pšenično brašno sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu odabralih proizvoda srodnih keksima – vafel proizvoda.

H4: Pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabralih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa pasažnih brašna različitih svojstava, može se proizvesti namjensko pšenično brašno sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu odabralih proizvoda srodnih keksima – štrudlica sa voćnim punjenjem.

Očekuje se da će rezultati istraživanja i analiza, koje će se sprovesti sa ciljem dokazivanja postavljenih hipoteza, pored naučnog doprinosa imati i nesumnjiv praktični značaj.

3. TEORETSKI DIO

Šta je to **savršeno brašno**? Odgovor na ovo pitanje nije jednostavan. Kada je potrebno definisati kvalitet brašna, ne postoji samo jedna grupa kvalitetnih karakteristika, koja može da zadovolji sve potrebe, za sve krajnje korisnike gdje je brašno vrlo važna sirovina. Pšenično brašno je sastojak i sa funkcionalnog, ali i nutricionog aspekta. Krajnji korisnik je taj koji diktira neophodne karakteristike i osobine brašna. Iz tog razloga je bitno da mlinari vode računa da brašno ispunjava funkciju za koju je namijenjeno. Pored ostalih kvalitetnih svojstava, hemijski sastav brašna je vrlo bitna karakteristika. Pšenična brašna sa visokim udjelom proteina se generalno koriste u pekarskoj industriji, gdje jak gluten pomaže da se obezbijedi stabilnost strukture. S druge strane, brašna sa nižim udjelom proteina se uglavnom koriste u konditorstvu. Poznavanje količine i kvaliteta proteina je vrlo bitno, ali nije u potpunosti dovoljno, jer postoji dosta drugih faktora koji utiču na osobine i upotrebu brašna. Ali sve počinje sa pšenicom. (<http://www.perten.com/Publications/Articles/Milling the perfect flour>).

3.1. SVOJSTVA PŠENIČNOG ZRNA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU BRAŠNA

Pšenica je žitarica koju čovjek od davnina uzgaja i koristi kao vrlo važan izvor hrane. Pored osnovne upotrebe pšenice u prehrabrenoj industriji, komponente hemijskog sastava iz pšenice koriste se za proizvodnju ljepila, hrane za ljubimce, u industriji papira, kozmetičkoj industriji i u proizvodnji mnogih drugih proizvoda. Biljka ima korijen, stabljiku, listove i klas. Posmatrano sa aspekta botanike, svrstana je u porodicu trava, i ima dvadeset i sedam vrsta. U okviru proizvodnje brašna značajne su tri vrste: od mekih vrsta pšenica *Triticum Aestivum* i *Triticum Compactum*, a od tvrdih *Triticum durum*. Danas su poznate mnogobrojne sorte pšenice, a pokušavaju se uzgojiti i nove sorte sa boljim prinosom, podesne za odgovarajuće klimatske uslove i vrstu tla na kojem se žele uzgajati, te otporne na razne bolesti. Od ukupne proizvodnje pšenice u svijetu 90% otpada na sorte mekih vrsta (Kljušurić, 2000).

3.1.1. Anatomska građa i hemijski sastav zrna pšenice

Pšenično zrno je izduženog elipsoidnog oblika sa zaobljenom leđnom stranom i izraženom uzdužnom brazdom, sa prednje strane, koja dopire skoro do centralnih dijelova zrna (Pomeranz, 1983). Veličina zrna, definisana dužinom, širinom i debljinom, je sortna

osobina, mada dijelom zavisi i od drugih faktora, kao što su uslovi gajenja ili položaj zrna u klasu (Evers i Millar., 2002). Zrno pšenice sastoji se iz tri osnovna anatomska dijela: omotača (oplodnjača i sjemenjača), endosperma (aleuronski sloj i jezgra) i klice, međusobno različita po hemijskom sastavu, udjelu, građi i strukturno-mehaničkim osobinama (Žeželj, 1995).

Tabela 1. Anatomska građa zrna pšenice (Žeželj, 1995)

Udio anatomskega dijela %			
Jezgro endosperma	Aleuronski sloj	Klica	Omotač
77,0-85,0	6,3-8,9	1,4-3,8	5,6-8,0

Tabela 2. Osnovni hemijski sastav anatomskih dijelova zrna pšenice (Žeželj, 1995)

Anatomski dio	Sadržaj hemijske komponente (% na sm)					
	Proteini	Skrob	Celuloza	Pentozani	Mast	Pepeo
Oplodnjača	5-8	-	20-22	25-30	1-2	3,5-24,5
Sjemenjača	12-20	-	1-1,5	14-36	0-0,2	7-20
Aleuronski sloj	16-20	-	5-7	6-8	10-15	14,5-17
Klica	24-42	-	2-2,5	9-11	13-24	5,5-6,5
Jezgra endosperma	12-15	75-80	0,1-0,2	2-3	0,7-1	0,35-0,5
Cijelo zrno	10-15	62-72	2-3	6,6	2-2,5	1,5-6,5

3.1.2. Pokazatelji tehnološkog kvaliteta pšenice

Pravilnikom o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Službeni list SFRJ, broj 53/83) propisani su minimalni uslovi kvaliteta koje moraju da ispunjavaju žita. U smislu ovog Pravilnika, žita za preradu u mlinske proizvode i za neposrednu ljudsku potrošnju jesu plodovi: pšenice za neposrednu ljudsku potrošnju, **pšenice za preradu** (pšenica kao sirovina za mlinsku industriju), raži, ječma, ovsa, kukuruza za neposrednu ljudsku potrošnju, kukuruza za preradu, riže, prosa, heljde, sirka i hibrida raži i pšenice. Kvalitet žita, prema pomenutom Pravilniku, jeste skup svojstava koja su određena sa: botaničkom pripadnošću, organoleptičkim svojstvima, količinom i vrstom primjesa, količinom vode, određenim fizičkim svojstvima, hektolitarskom masom, prisustvom štetočina, prisustvom mikroorganizama i njihovih štetnih metabolita, prisustvom ostataka pesticida i drugih otrovnih materija. Pravilnikom je definisano da količina vode u žitu koje se stavlja u promet ne može biti veća od 14%, te da hektolitarska masa za pšenicu za kuhanje iznosi najmanje 76 kg/hL.

Tehnološki kvalitet pšenice definisan je fizičkim, hemijskim, reološkim pokazateljima kvaliteta i pecivnim osobinama.

Fizički pokazatelji kvaliteta pšenice

U **fizičke pokazatelje** kvaliteta pšenice ubrajaju se: zapreminska masa, apsolutna masa, veličina i oblik zrna, tvrdoća zrna, staklavost zrna, boja zrna, te prisustvo oštećenih zrna i primjesa (Jelača, 1972). Najčešće metode, koja služe kao faktor za utvrđivanje kvaliteta pšenice su zapreminska masa (koja se dugo vremena koristila kao približno mjerilo prinosa brašna pri mljevenju) i apsolutna masa, jer služe kao pokazatelji vrijednosti izbrašnjavanja (Finney i sar., 1957). Ako se pšenica odlikuje sa većom hektolitarskom masom, očekuje se veći prinos. Hektolitarska masa može da varira od 40 kg/hL do 80 kg/hL, ali se za mlinarsku industriju koriste uzorci koji imaju preko 76 kg/hL (Owens, 2001). Takođe, jedan fizički pokazatelj, kojim se vrlo često na terenu utvrđuje kvalitet pšenice, je tvrdoća zrna. Sorte se prema tvrdoći klasificuju na meku i tvrdnu pšenicu, iako postoje velike varijacije u nivoima tvrdoće i ne postoje oštре granice između ove dvije grupe pšenica (Slaughter, 1989).

Hemijski pokazatelji kvaliteta pšenice

U okviru istraživanja i ispitivanja velikog broja različitih sorti pšenice, došlo se do saznanja da je mala razlika u **hemijskom sastavu** iste sorte. U sastav zrna pšenice ulaze sljedeća hemijska jedinjenja: ugljeni hidrati, proteini, lipidi i prehrambena vlakna (Goesaert i sar., 2005). Prosječan hemijski sastav zrna pšenice čini: pšenični skrob 60-68%, celuloza 2-2,5%, ostali ugljeni hidrati 2-3%, proteini 8-15%, lipidi 1,5-3%, pepeo 1,5-2% (Kljusurić, 2000).

Sadržaj **proteina** pšenice je jedan od najznačajnijih hemijskih pokazatelja i pšenica se upravo na osnovu sadržaja proteina klasificuje u kvalitetne klase. Mljevenjem tvrde pšenice sa visokim sadržajem proteina (11-14%), dobija se odgovarajuća sirovina za pekarsku industriju (Živančev, 2014). Pšenice namjenjene za proizvodnju brašna za tjesteničarsku industriju treba da sadrže 13% ili veći sadržaj proteina, dok za konditorsku industriju je potreban sadržaj proteina u pšenici od 8 do 10,5% (Jelača, 1972). Ono što je takođe ustanovljeno je da će pšenice sa istim sadržajem proteina dati brašna koja su različita što se tiče pecivnih osobina, i ove razlike uglavnom potiču od kvalitetnih razlika posmatranih proteina. Proteini su zastupljeni u svim anatomske dijelovima zrna, ali se međusobno razlikuju, npr. proteini iz endosperma imaju sposobnosti umrežavanja i stvaranja glutena, dok proteini klice i dio proteina omotača je rastvorljiv u vodi. Sa nutritivnog aspekta, posebno je značajan aminokiselinski sastav proteina, a naročito sadržaj esencijalnih aminokiselina.

Tabela 3. Aminokiselinski sastav pojedinih dijelova zrna pšenice (mg/100g) (Žeželj, 2005)

Amino kiselina	Idealna bjelančevina (mg/100g)	Cijelo zrno (mg/100g)	Dijelovi zrna		
			Endosperm (mg/100g)	Omotač (mg/100g)	Klica (mg/100g)
Valin	5000	486	471	680	1240
Izoleucin	4000	411	430	451	888
Leucin	7000	780	806	896	1710
Lizin	5500	360	250	583	1610
Metionin	3500	180	153	220	482
Treonin	4000	390	311	482	1047
Triptofan	1000	150	100	173	260
Fenilalanin	6000	500	500	565	1015

Tabela 4. Kvantitet aminokiselina za referentni (idealni) protein prema FAO/WHO (1973) (Mezei i sar., 2009)

Esencijalna aminokiselina	Trp	Phe+Tyr	Leu	Ile	Thr	Met+Cys	Lys	Val
Referentna protein koncentracija (g/100g)	1.0	6.0	7.0	4.0	4.0	3.5	5.5	5.0

Proteini pšenice sadrže 18 aminokiselina, a biološka vrijednost im je niska (oko 50%), uglavnom kao posljedica niskog sadržaja esencijalnih aminokiselina, prvenstveno lizina i triptofana (Kovačević i Rastija, 2014). Kada govorimo o izbalansiranosti aminokiselina, najbolji su proteini pšenične klice, ali sa aspekta ljudske ishrane najbitniji su proteini endosperma, jer oni dalje ulaze u sastav brašna i proizvoda od brašna (Žeželj, 2005).

Reološki pokazatelji kvaliteta pšenice

Vodeći računa o činjenici da pšenično brašno sa vodom formira tjesto određenih fizičko-hemijskih osobina, koje zavise od plastično-elastičnih osobina glutena, najkompletnija informacija o kvalitetu pšenice dobija se određivanjem osobina tjesteta korištenjem različitih vrsta reoloških instrumenata. Prvobitno su **reološke osobine** pšeničnog tjesteta određivane samo sa farinografom, ekstenzografom, amilografom, mikrogramom, a potom i alveografom, dok se u posljednje vrijeme upotrebljavaju i Stable Micro System Kiffer metoda (Pirozi i sar., 2008), reofermentometar (Ktenioudaki i sar., 2011) i Mixolab (Gil-Humanes i sar., 2012). Potrebno je naglasiti da se u zemljama sa prostora bivše SFRJ, osobine tjesteta pri zamjesu i količina vode koju je potrebno dodati brašnu da bi se dobila odgovarajuća konzistencija

tijesta, najčešće određuju Brabenderovim farinografom, u skladu sa Pravilnikom o metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta iz 1988. godine (Živančev, 2014). Farinograf je uređaj koji radi na principu mjerjenja konzistencije tijesta, odnosno određuju se reološke osobine tijesta mjereći njegov otpor uslijed djelovanja mješača tokom zamjesa tijesta (Žeželj, 1995). Ekstenzograf je uređaj kojim se mjeri otpor tijesta na rastezanje, te se ispituju opšti pokazatelji snage tijesta, energija, otpor i rastegljivost (Kaluđerski i Filipović, 1998). Alveograf je uređaj kojim se određuju mehaničke osobine tijesta tako što se oblikovani komad tijesta komprimovanim vazduhom razvlači u vidu mješura. Kvalitet brašna se ocjenjuje na osnovu postignute zapremine mješura i pritiska vazduha, tj. utrošenog rada potrebnog za formiranje mješura (Žeželj, 1995). Alveografom, kao i ekstenzografom, određuju se opšti pokazatelji snage tijesta koja se u ovom slučaju izražava kao rad deformacije tijesta, njegov otpor – žilavost i rastegljivost tijesta (Kaluđerski i Filipović, 1998). Amilograf je uređaj za ispitivanje amilolitičke aktivnosti brašna, odnosno sposobnosti želatinizacije (Kaluđerski i Filipović, 1998). Gluten indeks je relativno nova metoda za određivanje kvaliteta glutena, koja je u korelaciji sa parametrima reoloških osobina tijesta, kao što su otpor i energija koje se određuju ekstenzografom. Ovom metodom dobijaju se podaci o sadržaju vlažnog glutena iz brašna i kvalitativnim osobinama glutena preko vrijednosti gluten indeksa (Živančev, 2014).

Pecivne osobine kao pokazatelji kvaliteta pšenice

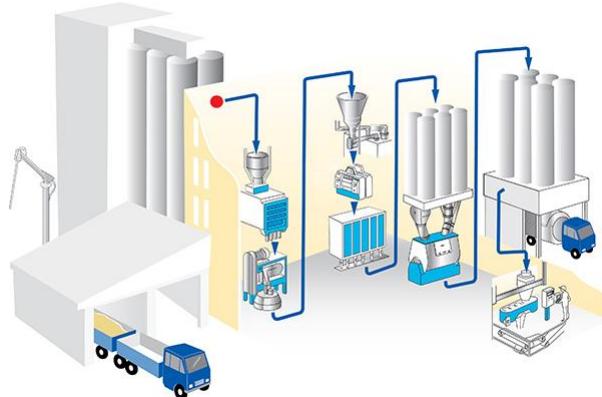
Proizvodi mljevenja žitarica se ocjenjuju na osnovu njihove upotrebne vrijednosti, tj. mogućnosti da se od njih dobije kvalitetan finalni proizvod. **Pecivne osobine** se utvrđuju probnim pečenjem u laboratoriji ili pogonu, i gdje se pored kvaliteta gotovog proizvoda utvrđuje i obradivost tijesta (Žeželj, 1995). Osnovne pecivne osobine pšenice, koje dobijamo probnim pečenjem hljeba su: zapremina hljeba, teksturne karakteristike i senzorne karakteristike hljeba.

3.2. USITNJAVA VJEĆNOG ZRNA

Mljevenje je proces pretvaranja zrna žitarica u brašno koje se koristi za ishranu ljudi. Najraniji način mljevenja, još u neolitskom dobu, je podrazumijevao postojanje tarionika, odnosno kamena i tučka između kojih se zrnavlje gnječilo i dobijala sirova forma brašna od cijelog zrna. Ti rani načini mljevenja su zahtijevali puno vremena i radne snage, a s obzirom da su zrna bila samo grubo mljevena, uticala su na brže trošenje zubnog aparata kod osoba

koje su konzumirale na taj način proizvedena brašna. Metode mljevenja su napredovale pronalaskom dva kama u obliku diska (žrvanj), od kojih se gornji kamen okreće, a donji je stacionaran. Nekako istovremeno sa žrvnjem, upotrebljavala se i stupa (izdubljeni kamen ili drvo gdje se sa zrna skidao omotač). Mlinski kamen je naprednija forma žrvnja koja se koristi i danas, doduše u tehnički savršenijem obliku (Žeželj, 2005). Mljevenje žita je bilo izuzetno teško i prvobitni mlinovi su bili pogonjeni ljudima, konjima, volovima, a tek kasnije vodom ili vjetrom, do pojave parne mašine, a potom gasnih i danas korištenih elektro motora (Dvorak, 2009).

Danas proizvođači opreme za mlinove svakodnevno modifikuju i usavršavaju mlinske uređaje. Veličina mašina, njihov smještaj, način pogona i dnevni kapacitet podešavaju se pojedinačno prema mogućnostima i potrebama, tako da se može tvrditi da ne postoji dva mлина sa potpuno istim dijagramima pripreme i mljevenja pšenice (Jelača, 1972). Pšenica se transportuje u mlinove ili silose raznim prevoznim sredstvima i iz svake pristigle serije izuzimaju se uzorci potrebni za analizu pšenice. Takođe, razne serije pšenica se obično prije mljevenja miješaju u određenim odnosima.



Slika 1. Mlin i pripadajući silos za žitarice

(<http://www.perten.com/Publications/Articles/Milling the perfect flour>)

3.2.1. Miješanje

Bilo za brašno ili pšenicu, miješanje je vrlo značajan dio procesa mljevenja koji omogućava mlinarima da obezbijede konstantan kvalitet proizvoda potrošačima. Uobičajen cilj miješanja je rezultat potrebe da se izbalansira kvalitet i konstantnost, uz minimizaciju troškova. Razlozi za miješanje pšenice ili brašna u tehnološkom procesu mljevenja se mogu podijeliti u tri kategorije: da se obezbijedi konstantan produkt u smislu kvaliteta, da se razvije jedinstven proizvod i da se minimiziraju materijalni troškovi. Varijacije u vlagi, sadržaju proteina i gustini pšenice dostavljene u mlin mogu negativno uticati na ravnotežu mljevenja i

rezultirati u nižoj ekstrakciji brašna. Ali najvažnije, ako pšenica nije konstantna u sadržaju proteina i ostalim kvalitativnim karakteristikama, onda brašno neće imati **konstantne kvalitativne karakteristike** potrebne kupcima. Dostavljanje homogene mješavine pšenice mlinu je vrlo bitno za isporuku brašna sa konstantnim kvalitetnim karakteristikama. Meka pšenica ili tvrda pšenica, sve vrste pšenice imaju svoje kvalitetne karakteristike i mogu se miješati da se stvori **jedinstveni proizvod** sa marketinškog aspekta, koji je dovoljno kvalitetan za mlinara, ali i njegovog kupca. Ali svakako, najjednostavniji razlog za miješanje je **kontrola troškova**, a to znači miješanje pšenica da se zadovolji minimum zahtjeva kvaliteta kupca, uz najmanje troškove proizvodnje. Kod odlučivanja koju pšenicu upotrijebiti u mlinskoj mješavini, nije samo važno da se obezbijedi konstantan kvalitet brašna na dnevnoj bazi, nego i raspoloživost različitih vrsta pšenica kroz cijelu godinu ([www.world-grain.com/articles/10198-wheat -blending](http://www.world-grain.com/articles/10198-wheat-blending)).

Različiti aspekti racionalizacije tehnološkog procesa mljevenja su već godinama tema istraživanja. Nove ideje i novi koncepti imaju šansu da budu prihvaćeni samo ako će se smanjiti troškovi proizvodnje i neće negativno uticati na prinos i kvalitet finalnog proizvoda (Fišteš, 2009).

3.2.2. Priprema pšenice za mljevenje

Priprema pšenice za mljevenje ima zadatak da osnovno zrno očisti od svih primjesa koje mogu da utiču na kvalitet finalnog proizvoda i da zrno dovede u stanje najpovoljnije za preradu. Dakle, prije mljevenja, pšenica se čisti od primjesa, površinski obrađuje i kondicionira.

Izdvajanje primjesa je kao faza vrlo bitna, posebno izdvajanje primjesa koje mogu da utiču na zdravstvenu ispravnost i tehnološki kvalitet gotovih proizvoda. Izdvajanje primjesa iz zrnene mase kao i separacija zrna na frakcije izvodi se zahvaljujući razlici u nekim osobinama kao što su: debljina, širina, dužina, aerodinamičke osobine, frikcione osobine ili trenje, elastičnost, elektrostatičke osobine, boja, magnetske osobine i slično (Žeželj, 1995). Mlinska čistionica je obično odvojeni dio zgrade mлина gdje su smješteni uređaji za crno čišćenje, uređaji za bijelo čišćenje, uređaji za dodavanje vode u pšenicu, oprema za transport i komore za odležavanje (Kljusurić, 2000). Prema Žeželju, po klasičnim tehnološkim šemama prva mašina u mlinskoj čistionici za izdvajanje primjesa jeste mlinski aspirator (na kojem se odvajaju sve krupne, sitne i lake primjese). U određenim slučajevima na samom izlasku iz aspiratora, postavlja se magnet (na kojem se izdvajaju sve feromagnetne primjese), a ponekad je i prvi uređaj koji se postavlja na ulazu u čistionu. Potom zrnena masa odlazi na izdvajač

kamena, a zatim i na trijer gdje se izdvajaju okrugle i duguljaste primjese. U mlinovima koji posjeduju mlinsku praonicu, poslije trijera zrno se dovodi na suvu ribalicu čiji je zadatak da sa zrna skine nečistoće kao i zaostalu pljevicu. Dakle, mlinska praonica ima višestruku ulogu. Prva uloga je pranje i skidanje zaostalih nečistoća sa površine zrna, druga uloga je da se nakvasi zrno do vlažnosti neophodne za mljevenje i treća uloga je odstranjivanje primjesa flotacijom. U nekim područjima, mlinsku čistionu mijenjaju dva uređaja: odvajač kamena i mokra ribalica. U određenim slučajevima vrši se i frakcionisanje pšenice i posebna obrada svake dobijene frakcije (Žeželj, 1995).

Inače, pod **površinskom obradom** se podrazumijeva uklanjanje nečistoća sa površine zrna, kao i odvajanje dijela ili cijelog omotača. Zrno se površinski može obraditi ribanjem, četkanjem, ljuštenjem i pranjem (Žeželj, 1995).

Posebno važan postupak u pripremi pšenice za mljevenje jeste **kondicioniranje** ili obrada zrna vodom i toplotom. Postupkom kondicioniranja zrno se dovodi u stanje najpogodnije za mljevenje, a to se postiže podešavanjem strukturnih i mehaničkih osobina anatomskega dijelova zrna. Upijanjem vode u toku kondicioniranja, endosperm postaje krt i lako drobljiv, a omotač zrna postaje žilav i nakon mljevenja ostaje u krupnim ljuspastim česticama koje se potom vrlo lako odvajaju. Voda djeluje i na klicu koja postaje plastičnija (Žeželj, 1995). U toku kondicioniranja, voda se dodaje u kvasilici, a potom se vrši intenzivno miješanje nakvašene zrnene mase u homogenizatoru vlage ili običnom pužnom transporteru. Sljedeća faza je odležavanje nakvašene pšenice u komorama, i u toku te faze zrno apsorbuje vodu i raspoređuje je. Generalno se može smatrati da je za meke pšenice sa 10-30% staklavih zrna optimalna vлага 14,5-15%, a za tvrde pšenice sa 70-100% staklavih zrna optimalan sadržaj vode 15,5-16% (Žeželj, 1995). Vrijeme odležavanja u komorama se obično kreće od 6-10 sati za meke, i 8-16 sati za tvrde pšenice. Određeni mlinovi koriste i postupak toplog kondicioniranja u kome se strukturno-mehaničke promjene znatno brže odvijaju uslijed djelovanja toplove. Nakon odležavanja, pšenica se odvodi na četkalicu čiji je zadatak da skine zaostalu prašinu i dijelove epitela zrna koji se stvaraju u toku kondicioniranja. Posljednji uređaj u mlinskoj čistionici je zamagljivač koji dodaje male količine vode u vidu magle (povećanje vlage 0,3 – 0,5%) (Žeželj, 1995).

3.2.3. Mljevenje pšenice

Mljevenje pšenice je postupak naizmjeničnog usitnjavanja zrna i prosijavanja. Prva faza u mljevenju pšenice je **krupljenje**, čiji je osnovni zadatak da zrno razdvoji na sastavne dijelove, odnosno da odvoji endosperm od omotača. Proizvodi krupljenja su: krupice

(grizovi), okrajci i osjevci (koji se prerađuju u sljedećim fazama), brašno krupljenja kao finalni proizvod i mekinje kao sporedni proizvod mljevenja. Druga faza u mljevenju pšenice je **usitnjavanje ili rastvaranje** krupica i okrajaka, uz dalje razdvajanje endosperma od omotača. Proizvodi ove faze mljevenja su sitnije krupice i osjevci koji se dalje prerađuju. Treća faza je **izmeljavanje** sitne krupice i osjevaka do krajnjih proizvoda, a to su brašna i sitne mekinje. U postupku mljevenja zastupljene su dvije operacije koje slijede jedna iza druge, a zajedno čine jedno prolazište ili pasažu. Prva operacija je usitnjavanje, a druga je razvrstavanje usitnjenog materijala na frakcije prema krupnoći i sastavu. Usitnjavanje se vrši pomoću valjaka, a razvrstavanje po krupnoći pomoću planskih sita. Razvrstavanje po kvalitetu obavlja se u posebnim mašinama koje se zovu čistilice krupice (Žeželj, 1995).

Na osnovu broja prolazišta mljevenja razlikuju se tri tipa meljave: visoka, poluvisoka i niska. **Niska meljava** je najprostiji postupak mljevenja (npr. proizvodnja integralnih i graham vrsta brašna), odnosno prolazak kroz valjak ili kamen jednom ili više puta bez prosijavanja (najčešće tri krupljenja). **Poluvisoka meljava** se obično obavlja sa šest krupljenja, gdje se valjci „vode“ više na griz. Griz se čisti na čistilicama, a zatim melje. **Visoka meljava** obuhvata šest do osam prolazišta krupljenja, dva do četiri prolazišta mljevenja okrajaka i deset do dvanaest prolazišta mljevenja griza i osjevaka. U cilju smanjenja investicionih, energetskih i operativnih troškova proizvodnje, vrši se skraćenje dužine mljevnog toka (vezano i sa nižim vođenjem valjaka), tj. smanjenje broja prolazišta mljevenja, tako da je u savremenim mlinovima ovaj način meljave uglavnom napušten. Danas dominira meljava koja obuhvata četiri do pet prolazišta krupljenja i šest do osam prolazišta mljevenja griza i osjevaka sa trendom ka daljem skraćenju. Tako u određenom broju mlinova u svijetu, mljevni tok obuhvata četiri prolazišta krupljenja i šest prolazišta mljevenja griza i osjevaka. Naravno, pri skraćenju mljevnog postupka mora se obavezno voditi računa o kvalitetu finalnog proizvoda, koji treba ostati na zadovoljavajućem nivou (Fišteš, 2009).

Mljevenje pšenice je vrlo složen postupak koji uz osnovni cilj postizanja odgovarajućeg stepena usitnjavanja mliva uz što manji utrošak energije, treba da obezbijedi i efikasno razdvajanje osnovnih anatomske dijelova zrna. Mljevenje zrna je takođe i selektivan postupak, odnosno usitnjavanje endosperma ne treba da prati istovremeno usitnjavanje omotača, aleuronskog sloja i klice, koje treba što potpunije izdvojiti u vidu mekinja (Tanović, 1986). Selektivnost u mljevenju pšenice se postiže odgovarajućim postupkom pripreme pšenice za mljevenje, primjenom optimalnih parametara usitnjavanja i postepenim usitnjavanjem na određenom broju prolazišta mljevenja. Efektivnost usitnjavanja, posmatrano i po fazama i u cjelini, značajno utiče na racionalno korištenje tehnološke opreme i uređaja, na

kvalitet finalnih proizvoda i ekonomski pokazatelje proizvodnje. Za ocjenu efektivnosti usitnjavanja koriste se tri vrste pokazatelja: kvantitativni, kvalitativni i energetski pokazatelji (Fišteš, 2009).

Osnovni **kvantitativni pokazatelj** efektivnosti usitnjavanja je stepen usitnjavanja, koji je definisan odnosom prosječne veličine čestica materijala prije usitnjavanja i čestica mliva. Ali iz praktičnih razloga, kao kvantitativni pokazatelj usitnjavanja mnogo više se koristi granulacioni sastav mliva koji se određuje analizom sijanja.

Posmatrajući značajne razlike u hemijskom sastavu anatomskega dijelova zrna, selektivnim usitnjavanjem, odnosno razdvajanjem anatomskega dijelova zrna, u glavnim i sporednim proizvodima, kao i u međuproizvodima mljevenja, dolazi do smanjenja ili povećanja sadržaja određenih hemijskih komponenti zrna. Upravo se taj različit hemijski sastav, posmatrano po različitim anatomskim dijelovima zrna, upotrebljava kao osnova za pogonsku kontrolu tehnološkog postupka mljevenja pšenice. Ispitivanja su pokazala da pasažna brašna pokazuju razlike u sadržaju i sastavu proteina (Nelson i McDonald, 1977), sadržaju i svojstvima pentozana (Ciacco i D'Appolonia, 1982), sadržaju masti (Prabhasankar i Haridas Rao, 1999), tipu enzimske aktivnosti (Rani i sar., 2001). Kada je riječ o **kvalitativnim pokazateljima** efektivnosti usitnjavanja obično se koristi određivanje sadržaja mineralnih materija (pepela) u međuproizvodima i brašnu. Kod nas, određivanje sadržaja pepela je značajno i zbog činjenice da se po važećoj zakonskoj regulativi tipizacija brašna vrši upravo na osnovu sadržaja pepela u brašnu. Prema Fištešu (2009), određene hemijske komponente, poput npr. celuloze su oštire raspoređene po anatomskim dijelovima zrna od pepela, ali je njihovo određivanje složenije, dugotrajnije, iziskuje veće troškove i odlikuje se manjom reproduktivnošću.

Od **energetskih pokazatelja**, kao pomoćnih pokazatelja za ocjenu efekta usitnjavanja, najviše se koristi specifični utrošak energije (utrošena količina energije po jedinici mase usitnjenog materijala ili finalnog proizvoda) (Fišteš, 2009).

3.2.3.1. Usitnjavanje pšeničnog zrna mlinskim valjcima

Mlinski valjci, iako u upotrebi već više od sto godina, i danas kad se govori o savremenim uređajima za usitnjavanje imaju prednost jer omogućavaju najefikasnije selektivno usitnjavanje i dobijanje maksimalne količine međuproizvoda i brašna odgovarajućeg kvaliteta. Naravno, tokom godina je ostvaren značajan napredak u konstrukcionim rješenjima, te funkcionalnosti i tehničkim karakteristikama, ne samo mlinskih valjaka, nego i planskih sita i čistilica griza koji su osnovni uređaji u mlinu. Osnovni koncept

mlinarstva, koji se zasniva na postepenom usitnjavanju i naizmjeničnom usitnjavanju i prosijavanju mliva, godinama nije doživio promjenu, a prisutan je i u današnje vrijeme.

Da bi pojasnili suštinu pojave koje se dešavaju pri usitnjavanju zrna mlinskim valjcima, posmatra se dejstvo sila na česticu mliva u mljevnem prostoru. Mljevni prostor čine par valjaka koji se obrću jedan prema drugom različitim brzinama, gdje na česticu istovremeno djeluju sile smicanja i sabijanja (Scanlon i sar., 1988).

Kratak prikaz tehnološkog postupka mljevenja pšenice

Usitnjavanje pšenice u fazi krupljenja

Krupljenje je prva, svakako najsloženija, ali i najvažnija faza u tehnološkom postupku mljevenja pšenice. Cilj faze krupljenja je da se dobije 65-70% čestica endosperma u obliku griza i osjevaka (oslobođenih od omotača, aleuronskog sloja i klice) odgovarajuće krupnoće zbog efikasnijeg prosijavanja na planskim sitima i daljeg čišćenja na čistilicama griza. Ovo se postiže višestepenim usitnjavanjem na određenom broju prolazišta krupljenja, pri čemu je racionalno do pet prolazišta (Fišteš, 2009).

Prva tri prolazišta krupljenja su najbitnija jer ona određuju prinos i kvalitet brašna koje će se dobiti pri usitnjavanju griza i osjevaka, dok je zadatak zadnjih prolazišta krupljenja da obezbijede što bolje uklanjanje zaostalih čestica endosperma od mekinjastog materijala koji dolazi na ova prolazišta.

Krupljenje se obavlja žljebljenim valjcima. Idući od prvog ka petom krupljenju broj žljebova po cm obima valjaka se povećava, povećava se nagib žljebova, a razmak između valjaka se smanjuje (od 0,5-0,7 mm na prvom krupljenju do cca 0,05 mm na posljednjem prolazištu krupljenja). Nakon usitnjavanja zrna, odnosno međuproizvoda mljevenja zrna na određenom prolazištu krupljenja, mlivo se dalje odvodi na prosijavanje, gdje se prema krupnoći razvrstava na: krupni i sitni prelaz krupljevine; krupni, srednji i sitni griz; osjevke i brašno. Krupljevina se odvodi na odgovarajuće prolazište krupljenja, griz se usmjerava na čistilice griza i nakon toga na usitnjavanje griza, osjevci se vode na sita za razvrstavanje osjevaka, a zatim na prolazišta mljevenja osjevaka, dok se brašno izdvaja kao finalni proizvod (Tanović, 1986).

Čišćenje griza

Griz dobijen razvrstavanjem na planskim sitima sadrži pored čestica čistog endosperma i čestice endosperma sa priljubljenim dijelovima omotača (okrajci) i čestice omotača sa neznatnim sadržajem endosperma. Razdvajanje ovih čestica, koje nije moguće postići jednostavnim prosijavanjem na planskim sitima, obavlja se na čistilicama griza zahvaljujući

razlikama u krupnoći i aerodinamičkim osobinama (Posner i Hibbs, 2005). Na čistilicama griza dobijaju se sljedeće frakcije: propad (uglavnom čist griz različite krupnoće naročito kroz prva dva sita, dok kroz treće i četvrto sito griz pored jezgre sadrži i čestice jezgre sa priljubljenim česticama ljske; zavisno od veličine čestica, propadi mogu da se izdvajaju kao griz ili kao krupičasto brašno za proizvodnju tjestenine), prelaz (uglavnom okrajci), prelet (čist omotač) i odlet (vrlo sitni djelići endosperma – brašno i sitni djelići omotača koje odnosi vazdušna struja) (Žeželj, 1995). Osnovi zadaci čistilica griza su razdvajanje čestica čistog endosperma (griza) od okrajaka i razvrstavanje griza po krupnoći. Čist griz se usmjerava na odgovarajuće prolazište u fazi mljevenja griza i osjevaka, dok se okrajci usmjeravaju na odgovarajuće prolazište krupljenja (Žeželj, 1995).

Usitnjavanje griza i osjevaka

U okviru ove faze razlikujemo dvije etape: **rastvaranje griza** (sa osnovnim ciljem redukcije krupnoće griza bez usitnjavanja spoljašnjih slojeva zrna, sa mogućnošću dobivanja oštih i mekih brašna) i **mljevenje griza i osjevaka**. Mljevenje srednjeg i sitnog griza i osjevaka predstavlja završnu fazu tehnološkog postupka mljevenja pšenice čiji je osnovni cilj što veći prinos brašna odgovarajućeg kvaliteta (sa što manjim sadržajem pepela). U savremenim mlinovima u ovu fazu mljevenja se uključuje ne više od 6 do 8 prolazišta mljevenja. Najbolji rezultati mljevenja u ovoj fazi tehnološkog postupka postižu se upotrebom glatkih valjaka uz mali prenosni odnos ($i=1,25$). Razmak između valjaka se postepeno smanjuje od prolazišta rastvaranja griza (cca 0,15 mm) do zadnjih prolazišta mljevenja griza i osjevaka (cca 0,03 mm pa čak i manje). Nakon usitnjavanja na glatkim valjcima, mlivo se prosijava na planskim sitima, pri čemu se dobijaju najčešće dva ili tri pasažna brašna različite granulacije i prelazi koji se, u zavisnosti od kvaliteta, usmjeravaju na neka od narednih prolazišta mljevenja griza i osjevaka ili na odgovarajuće prolazište krupljenja (ne smije doći do kruženja mlica) (Fišteš, 2009).

Na svakom od šest do osam prolazišta mljevenja proizvodi se brašno različitih karakteristika: prva dva prolazišta proizvode brašno sa najnižim sadržajem pepela, brašna sa zadnja tri prolazišta su brašna sa većim sadržajem mineralnih materija, tamnije boje i visokog sadržaja proteina, dok stočno brašno napušta sistem sa planskih sita posljednjeg prolazišta (Kljušurić, 2000).

3.3. PASAŽNA BRAŠNA – UDIO I OSOBINE

Kao rezultat razvrstavanja mliva svake pasaže, kao propad kroz brašneno sejno tkivo dobijaju se pasažna brašna. Broj, udio i kvalitet pasažnih brašna zavisi od mnogih faktora: razvijenosti šeme tehnološkog postupka mljevenja, kapaciteta mlina, kvaliteta pšenice koja ulazi u postupak mljevenja i pripremljenosti pšenice za mljevenje. Broj pasaža se kreće u granicama od nekoliko desetina do stotinu pa i više. Komponovanjem pasažnih brašna formiraju se tipska brašna čiji kvalitet odgovara prosječnom kvalitetu pasažnih brašna koja ulaze u sastav. Kvalitet pasažnih brašna se utvrđuje pasažnom analizom. Pored standardnih tipskih brašna, mogu se proizvoditi još i namjenska brašna, pšenična prekrupa, pšenične mekinje i pšenične klice namjenjene za ljudsku ishranu. Namjenska brašna su sa posebnim osobinama koje su prilagođene određenim vrstama proizvoda od brašna (npr. pekarski, tjesteničarski ili konditorski) (Žeželj, 1995).

U okviru tehnološkog postupka mljevenja, prva se izdvajaju pasažna brašna krupljenja. Brašno prvog krupača karakteriše povećan udio pepela, visok udio proteina i vrlo slabe reološke osobine. Brašno drugog krupača znatno je bolje u odnosu na prvi krupač, jer ono potiče iz centralnih dijelova endosperma (dobre reološke i pecivne osobine, ali malo veći udio pepela). Brašno trećeg krupača, prema svim pokazateljima kvaliteta, vrlo je slično brašnu drugog krupača. Kod četvrtog krupača, valjci skidaju periferne dijelove endosperma i usitnjavaju dijelove omotača, tako da su ova brašna znatno slabijeg kvaliteta. Kod petog krupača prisustvo dijelova omotača je još veće, što ovo brašno čini po kvalitetu vrlo lošim.

Tabela 5. Udio i sastav pasažnih brašna krupljenja (Žeželj, 1995)

Pasaža	Udio brašna %		Sadržaj pepela %		Sadržaj proteina %	
	Sorta 1	Sorta 2	Sorta 1	Sorta 2	Sorta 1	Sorta 2
B1	2,2	2,3	0,71	0,60	9,2	9,3
B2	6,8	7,0	0,60	0,50	9,2	10,8
B3	5,3	5,5	0,68	0,56	10,2	11,5
Sortirer	5,0	5,4	0,76	0,52	10,3	11,6
B4	4,0	4,4	1,32	0,86	12,0	14,1
B5	1,6	2,2	1,72	1,04	16,0	15,0

Posmatrano sa aspekta pecivnih osobina, brašno prvog krupljenja je izrazito loših pecivnih karakteristika (iako sadržaj pepela nije previšok i sadržaj proteina je zadovoljavajući) i ima nepoželjnu tamnu boju, koja potiče od površinskih dijelova zrna i

čestica prašine. Brašna drugog i trećeg krupača, iako sa povećanim sadržajem pepela, su najkvalitetnija pasažna brašna, gledano sa aspekta pecivnih osobina (dobar odnos otpora i rastezanja, velika energija određena na ekstenzografu, velika apsorpciona moć). Dalje posmatrano, pasažna brašna krupljenja su sve lošijeg kvaliteta.

Pasažna brašna dobijena rastvaranjem krupice karakteriše dobar kvalitet. Udio pepela kod ovih brašna je vrlo nizak, a farinološka i pecivna svojstva dobra (iako im je sadržaj proteina niži u odnosu na ostala pasažna brašna). Pasažna brašna rastvaranja okrajaka po kvalitetu nalaze se između brašna krupljenja i brašna usitnjavanja krupice. U fazi rastvaranja se dobijaju velike količine pasažnih brašna, koja zajedno sa brašnima prvih izmeljavanja čine osnovu izbrašnjavanja (Žeželj, 1995).

Tabela 6. Udio i kvalitet pasažnih brašna rastvaranja (Žeželj, 1995)

Rastvaranje	Udio brašna %	Vlažnost %	Pepeo %	Proteini %
Prvi	14-16	15,3	0,36	11,6
Drugi	6-8	15,3	0,39	11,8
Treći	2-4	15,2	0,52	14,4
Četvrti	2-4	15,0	0,60	14,8

Brašna prvih izmeljavanja spadaju u najkvalitetnija pasažna brašna i zapravo su slična brašnima usitnjavanja krupice, dok su brašna posljednjih izmeljavanja slabijeg kvaliteta u odnosu na brašna posljednjih krupljenja i u stvari su najslabija pasažna brašna.

Tabela 7. Udio i karakteristike pasažnih brašna izmeljavanja (Žeželj, 1995)

Izmeljavanje	Udio brašna %	Vlažnost %	Pepeo%	Proteini %
Prvo	4-8	15,1	0,36	11,3
Drugo	3-6	15,1	0,37	12,3
Treće	2-4	15,3	0,50	11,8
Četvrto	2-4	15,2	0,51	14,4
Peto	2-4	15,1	1,00	13,0
Šesto	2-3	15,0	1,30	13,8
Sedmo	1-2	14,9	1,90	13,5
Osmo	1-2	14,9	2,40	17,0
Deveto	0,5-1	14,5	3,50	17,7

Tabela 8. Određeni pokazatelji kvaliteta pasažnih brašna (Žeželj, 1995)

Pasaža	Moć								
	Udio pasaže (%)	Udio vode (%)	Udio pepela (%)	Udio proteina (%)	Udio skroba (%)	upijanja vode (%)	Kval. broj farinogr.	Energija (cm ²)	Maks. viskozitet
M ₁	4,53	15,1	0,34	11,2	80,2	52,7		82,9	1420
R ₁	15,13	15,3	0,36	11,6	77,8	52,9	87,5	92,6	1460
M ₁	8,29	15,1	0,37	11,5	78,0	54,0	82,7	78,7	1400
M ₂	3,76	15,1	0,37	12,3	77,0	51,8	70,7	75,8	1110
R ₂	5,07	15,3	0,39	11,8	76,8	52,3	78,8	89,5	1400
M ₃	2,76	15,3	0,50	11,8	77,0	53,4	66,2	69,0	925
M ₄	3,84	15,2	0,51	14,4	76,8	52,9	63,1	69,5	970
R ₃	1,94	15,2	0,52	14,4	76,6	53,3	65,4	66,1	1000
II	7,40	15,7	0,60	14,4	78,1	54,0	80,4	75,8	900
S ₁	3,87	15,6	0,66	14,2	74,8	53,6	70,7	73,2	830
III _g	1,49	15,5	0,67	14,3	15,3	53,9	66,2	67,3	740
III _k	3,53	15,7	0,68	14,6	74,0	55,3	85,3	104,5	940
I	1,78	15,7	0,71	14,3	76,6	53,2	64,0	32,5	581
M ₅	4,14	15,1	0,99	13,0	70,0	56,6	53,9	39,2	525
M ₆	2,53	15,0	1,31	13,8	67,2	59,8	47,7	34,4	375
IV	4,24	15,5	1,32	17,9	76,5	58,8	65,4	79,8	545
V	0,71	15,4	1,71	17,7	65,0	58,5	59,2	72,5	720
M ₇	1,45	14,9	1,89	13,5	67,8	62,2	36,3	26,7	285
M ₈	2,06	14,9	2,39	17,3	58,0	67,7	33,1	18,9	180
M ₉	0,87	14,5	3,46	17,7	55,2	71,7	46,4	22,0	110

3.4. KVALITET BRAŠNA

Pravilnikom o proizvodima od žitarica (Službeni glasnik BiH, broj 76/10) propisuju se **minimalni uslovi kvaliteta**, kategorizacija i označavanje **proizvoda od žitarica** koji se stavlja na tržište Bosne i Hercegovine. Prema pomenutom Pravilniku proizvodi od žitarica s obzirom na namjenu, sastav, osobine i vrste tehnološkog procesa, razvrstavaju se i stavlja na tržište pod nazivom: oljuštene žitarice, gotovi proizvodi od žitarica i **mlinski proizvodi**. Prema odredbama istog Pravilnika mlinski proizvodi se dobijaju iz očišćenih i pripremljenih žitarica postupcima usitnjavanja i razvrstavanja proizvoda mljevenja, a podjeljeni su na sljedeće kategorije: prekrupa, griz, brašno, prekrupa i brašno iz cijelog zrna, klica, te mekinje za ljudsku ishranu. Prema članu 15. pomenutog Pravilnika, mlinski proizvodi moraju zadovoljavati sljedeće minimalne uslove kvaliteta: ne smiju sadržavati ni žive ni mrtve

skladištene štetočine ni u kojem razvojnom obliku, ne smiju sadržavati nečistoće životinjskog porijekla, smiju sadržavati do 0,5% nečistoća biljnog porijekla, smiju sadržavati do 0,05% pijeska (uz izuzetak heljdinog brašna koje može sadržavati do 0,2% pijeska), količina vode do 15%, te boja, miris i ukus moraju odgovarati vrsti žitarice. **Mlinski proizvodi od pšenice** proizvedeni mljevenjem obične pšenice ili tvrde pšenice su: pšenično brašno raznih tipova, griz, prekrupa, proizvodi iz cijelog zrna, klice i mekinje. **Pšenična brašna** i griz proizvode se mljevenjem endosperma pšenice nakon izdvajanja ljske i klice i na tržištu se nalaze u različitim tipovima i granulacijama. Kada je riječ o tipizaciji brašna, Pravilnikom o proizvodima od žitarica je takođe definisano da se tip mlinskih proizvoda od pšenice i raži određuje prema sadržaju mineralnih materija (pepela) i da je obavezno na deklaraciji, uz naziv brašna, navesti i tip brašna. Nazivi i tipovi pšeničnog brašna i griza, prema pomenutom Pravilniku, su: griz – tip 400; bijelo brašno – tip 400, tip 500 i tip 550; polubijelo brašno – tip 700, tip 710 i tip 850; crno brašno – tip 1100 i tip 1600; prekrupa; integralno brašno iz cijelog zrna; integralna prekrupa iz cijelog zrna; brašno iz durum pšenice i griz iz durum pšenice. Mlinski proizvodi od pšenice moraju zadovoljavati sljedeće zahtjeve kvaliteta (prema Pravilniku o proizvodima od žitarica):

a) količina pepela, računato na suhu materiju iznosi:

- do 0,45% za krupicu i bijelo brašno tip 400,
- od 0,46% do 0,55% za bijelo brašno tip 500,
- od 0,50% do 0,60% za bijelo brašno tip 550,
- od 0,65% do 0,75% za polubijelo brašno tip 700,
- od 0,66% do 0,76% za polubijelo brašno tip 710,
- od 0,80% do 0,90% za polubijelo brašno tip 850,
- od 1,05% do 1,15% za crno brašno tip 1100,
- od 1,55% do 1,65% za crno brašno tip 1600,
- do 3,00% za prekrupu,
- do 2,00% za brašno i prekrupu iz cijelog zrna,
- do 0,90% za griz iz durum pšenice,
- od 0,90% do 2,00% za brašno iz durum pšenice,
- do 5,5% za klicu,
- do 7,00% za pšenične mekinje.

b) stepen kiselosti mlinskih proizvoda iznosi:

- 2,5 za griz i bijelo brašno tip 400,
- 3,0 za bijelo brašno tip 500,

- 2,9 za bijelo brašno tip 550,
- 3,0 za polubijelo brašno tip 700,
- 3,2 za polubijelo brašno tip 710,
- 3,2 za polubijelo brašno tip 850,
- 3,3 za crno brašno tip 1100,
- 4,0 za crno brašno tip 1600,
- 5,0 za brašno i prekrupu iz cijelog zrna,
- 6,0 za prekrupu,
- 40/100 g masti za klice,
- 8 za pšenične mekinje.

Takođe, prema pomenutom Pravilniku, namjensko brašno i namjenski griz su mlinski proizvodi koji su sastavom prilagođeni zahtjevima krajnjih proizvoda, a moraju odgovarati minimalnim zahtjevima kvaliteta za mlinske proizvode navedene u članu 15., te se deklariraju i navođenjem njihove namjene – upotrebe.

Savremeni uslovi proizvodnje omogućili su da se partije brašna različitog kvaliteta miješaju u određenom odnosu, kako bi se kontrolisano poboljšao kvalitet jedne partije brašna u odnosu na drugu.

Pšenično brašno predstavlja kompleksan sistem koji je sirovinska osnova za vrlo veliki asortiman proizvoda. Kod nekih proizvoda pšenično brašno učestvuje sa preko 96% u suvoj materiji gotovog proizvoda, što je slučaj sa osnovnim vrstama hljeba i peciva, dok je u finijim pekarskim proizvodima učešće brašna znatno niže. S druge strane, kod običnih tjestenina brašno je jedina sirovina, pored vode. Zahtjevi u pogledu kvaliteta brašna su različiti, odnosno svaka grupa proizvoda ima svoje zahtjeve u pogledu kvaliteta tj. karakteristika brašna (Žeželj, 2005).

3.4.1. Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju pekarskih proizvoda

Granulacija brašna

Granulacija, odnosno finoća mliva može u značajnoj mjeri da utiče na osobine brašna kao što su apsorpciona moć i konzistencija tijesta, te sposobnost za razvoj i zadržavanje gasova, kao osnovnih faktora kvaliteta brašna. Od veličine čestica brašna zavise njegova upotrebna svojstva, mada kod ocjenjivanja vrijednosti brašna date granulacije, nisu u pitanju samo veličine prečnika zrna, nego i međusobni količinski odnos pojedinih frakcija. Brašna od staklavih pšenica su uvjek na opip oštrega, pa se pogrešno misli da je kvalitet oštreg brašna

posljedica granulacije. Naprotiv, oštra brašna su sa manjom apsorpcionom moći i daju znatno lošiji proizvod od mekog brašna koje potiče od iste pšenice. Oštra brašna, sa promjerom čestica od 180-210 µm se ponekad koriste u pekarstvu za neke specijalne proizvode. Meko brašno je sa granulacijom do 180 µm i ono je najpogodnije za proizvodnju hljeba i peciva, odnosno za većinu pekarskih proizvoda. Smatra se da je za pekarske potrebe najbolje brašno sa srednjim prečnikom čestica od 70-80 µm, mada i to zavisi od tipa pšenice. Takođe, za neke specijalne pekarske proizvode mogu se koristiti i puder brašna sa promjerom čestica ispod 80 µm (Žeželj, 2005).

Hemijski sastav pšeničnog brašna

Hemijski sastav pšeničnog brašna pokazuje snažan uticaj na tehnološki i senzorni kvalitet hljeba i ostalih pekarskih proizvoda (Zhang, 2020). Osnovne komponente sadržane u pšeničnom brašnu su: skrob, proteini, masti, šećeri, mineralne materije, vitamini, enzimi, bojene materije i balastne materije, kao i voda.

Tabela 9. Sadržaj osnovnih komponenata pojedinih vrsta pšeničnog brašna (%) (Žeželj, 2005)

Materija	Tip 400	Tip 500	Tip 850	Tip 1100	Prekrupa
Voda (%)	15,0	14,5	14,0	13,5	14
Mineralne materije (%)	<0,45	0,45-0,55	0,8-0,9	1,05-1,15	<1,7
Proteini (%)	10,3	11,1	11,7	12,8	12,5
Skrob (%)	68	67	65	63	57
Šećer (%)	1,8	1,7	1,8	1,8	3,4
Masti (%)	1,0	1,2	1,6	2,0	2,2
Balastne materije (%)	4,0	4,2	5	6,1	11,4

Sadržaj **vode** u brašnu je ograničen propisima, i u skladu sa našom regulativom iznosi maksimalno 15%.

Na osnovu sadržaja **mineralnih materija** vrši se tipizacija brašna. Pšenično brašno najviše sadrži fosfora i kalcijuma, a potom i magnezijuma, hlorja i kalijuma (ostali elementi su u tragovima) (Žeželj, 2005).

Skrob je kvantitativno glavni sastojak pšeničnog zrna, ali jedinstvenim svojstvima pšeničnog brašna najviše doprinose proteini (tijesto pšeničnog brašna je u stanju da zadrži gasove stvorene tokom fermentacije i pečenja i da obrazuje sunđerastu i poroznu sredinu). Od svih ugljenih hidrata, skrob je svakako najzastupljeniji u pšeničnom brašnu. Skrob se sastoji od glukoznih polimera, amiloze i amilopektina. Najčešći odnos amiloze i amilopektina u

skrobu je 25-28%, odnosno 72-75% (Van Der Borgh i sar., 2005). Ako posmatramo ulogu skroba u pekarstvu, ona je višestruka i još uvijek predmet istraživanja. Skrob gradi mrežu čestica u kombinaciji sa makromolekulskom mrežom hidratisanog glutena. Ove dvije mrežne strukture, kao i njihove međusobne interakcije, formiraju reološka svojstva tjesteta. Skrob kao punjač doprinosi visokoelastičnosti tjesteta od pšeničnog brašna. Takođe, djelovanjem amilaza na skrob, dobiju se fermentabilni šećeri koji su neophodni za normalnu aktivnost kvasca. Tokom faze pečenja, skrob formira strukturu hljeba kroz proces želatinizacije. U pekarstvu se skrob povezuje i sa procesom starenja hljeba, kroz očvršćavanje strukture sredine hljeba kao posljedica njegove retrogradacije (Goesaert i sar., 2005). Navedene osobine skroba su od velikog značaja u procesu proizvodnje hljeba i pekarskih proizvoda.

Osim skroba u pšeničnom brašnu su prisutni i drugi **polisaharidi**. Ti neskrobnii polisaharidi se nalaze u zidovima ćelija endosperma i mekinjama, a sastoje se od arabinoksilana, (1-3, 1-4)- β -glukana, celuloze i arabinogalaktana. Arabinoksilani, poslije skroba, su najzastupljeniji polisaharidi u brašnu (1,5-2,5%) (Van Der Borgh i sar., 2005).

Uprkos maloj količinskoj zastupljenosti (1-2% od ukupne mase brašna), **masti** imaju značajan uticaj na kvalitet hljeba (Morrison i Gadan, 1987). U zavisnosti od rastvorljivosti, masti pšeničnog brašna su podjeljene u dvije kategorije: slobodne i vezane masti (Pomeranz, 1978). Kategorija takozvanih skrobnih lipida je nekovalentno vezana za skrob i nije u mogućnosti da utiče na obradive osobine tjesteta do momenta želatinizacije, dok druga kategorija lipida učestvuje u interakcijama sa proteinima brašna i bitno utiče na pecivni kvalitet pšeničnog brašna. Naročito su poželjni polarni lipidi - glikolipidi i fosfolipidi (stupaju u interakciju sa vodom), jer povećavaju zapreminu hljeba i povoljno utiču na obradive osobine tjesteta (Eliasson i Larsson, 1993). Grupa nepolarnih lipida (trigliceridi) imaju štetan uticaj na finalni proizvod (MacRitchie, 1985).

Proteini pšenice su bili među prvim proučavanim proteinima od vremena kada je Beccari 1745. godine ispiranjem pšeničnog brašna izolovao gluten. Prema klasičnoj Osborne-ovojo klasifikaciji (prema sekvencijalnoj ekstrakciji i različitoj rastvorljivosti proteina), proteini pšenice se dijele na četiri grupe: albumini, globulini, glijadini i glutenini (Gianibelli i sar., 2001). Pored česte zastupljenosti Osborne-ove klasifikacije, u upotrebi je podjela proteina pšenice na glutenske i neglutenske proteine (Veraverbeke i Delcour, 2002). Prema Unbehend-u i saradnicima (2003), za pecivni kvalitet pšeničnog brašna od izuzetne važnosti je sadržaj proteina, pri čemu veći sadržaj proteina uslovljava bolji kvalitet gotovog proizvoda. Iako proteini igraju odlučujuću ulogu u kvalitetnim svojstvima proizvoda čija je osnovna sirovina pšenično brašno, kompleksni mehanizmi nisu u potpunosti razjašnjeni kako zbog

poteškoća pri izolaciji glutena i njegove same prirode (odnosno kompleksnosti i raznovrsnosti strukture sastojaka glutena), tako i zbog širokog spektra hemijskih reakcija koje se javljaju tokom prerade pšenice i kasnije upotrebe proizvoda mljevenja (Delcour i sar., 2012; Tomić, 2015). Naravno, pored sadržaja proteina od izuzetne važnosti je i njihova struktura, kao jedan od najvažnijih faktora koji određuju kvalitet brašna (Bekes, 2012). Fizičke osobine tjesteta određuju, u najvećoj mjeri, gluten. Gluten je protein-lipid-ugljenohidratni kompleks, formiran kao rezultat specifičnih kovalentnih i nekovalentnih interakcija između komponenti brašna tokom zamjesa tjesteta (Bekes, 2012). U kontaktu sa vodom, gluten bubri, pri čemu se obrazuje fina mrežasta struktura stabilizovana disulfidnim vezama, vodoničnim vezama i hidrofobnim vezama (Chiang i sar., 2006). Zahvaljujući određenom sadržaju proteina i mogućnosti formiranja glutena, tjesto se odlikuje osobinama kao što su: rastegljivost, elastičnost, sposobnost zadržavanja gasova i sl. Hemijski sastav glutena formiranog tokom faze zamjesa podrazumijeva približno 75% proteina, 6% masti, 15% ugljenih hidrata i 0,85% pepela (Tomić, 2015). Proteini u okviru glutenskog kompleksa se sastoje iz dvije frakcije: glijadina (rastvorljivih u alkoholu) i glutenina (nerastvorljivih u alkoholu, ali rastvorljivih u razblaženim kiselinama ili bazama). Smatra se da gluteninska frakcija doprinosi visokoelastičnim osobinama glutena i tjesteta, dok glijadinska frakcija djeluje kao plastifikator glutenske mase (Perez i sar., 2005). Grupa neglutenskih proteina koja čini 15-20% ukupnih proteina pšeničnog zrna, sastoji se od albumina i globulina i veoma je raznovrsna u smislu aminokiselinskog sastava, izoelektrične tačke i molekulske mase. Oni su uključeni u formiranje zrna i akumulaciju skladišnih proteina endosperma i skroba (Vensel i sar., 2005) i doprinose povećanju prirodne otpornosti pšeničnog zrna na napad štetnih insekata (Gralik i Warchalewski, 2006).

Enzimi imaju veoma važnu ulogu u tehnološkom procesu proizvodnje hljeba, a među njima najveći značaj imaju amilaze i proteaze. Amilaze su enzimi koji hidrolizuju polisaharide. U proizvodnji hljeba su najznačajniji enzimi alfa i beta amilaze koje razgrađuju amilozu i amilopektin skroba. Proteaze su enzimi koji kataliziraju razgradnju kompleksa proteina na jednostavnija jedinjenja. Proteaze se dalje dijele na proteinaze i peptidaze (Tomić, 2015).

Pecivne osobine pšeničnog brašna

Kod pšeničnog brašna, kao osnovne sirovine u pekarskoj proizvodnji postavljaju se sljedeći zahtjevi:

- Da se dobije kvalitetan pekarski proizvod velike zapremine, fino razvijene sredine, prijatnog ukusa i mirisa, i da pri tom proizvod što duže može da zadržava svježinu.

- Da se od određene količine brašna dobije što veća količina finalnog proizvoda, odnosno da se postigne zadovoljavajući randman.
- Da je tijesto, kao poluproizvod, povoljnih adhezionih i reoloških karakteristika, odnosno da je pogodno za obradu u svim fazama tehnološkog procesa (Žeželj, 2005).

Tehnološki kvalitet pšeničnog brašna, u smislu pecivosti, može se ocijeniti na osnovu sljedećih pokazatelja: moći upijanja vode, sposobnosti razvoja gasova u toku fermentacije i pečenja, te jačine brašna.

Pokazatelj kvaliteta **moć upijanja vode** podrazumijeva količinu vode koju upije 100 dijelova brašna, a da se pri tom dobije tijesto normalne tvrdoće, odnosno konzistencije. Moć upijanja vode zavisi od: količine i sadržaja bjelančevina (povećanjem količine proteina i poboljšanjem kvaliteta povećava se moć upijanja vode), granulacije (sitnije čestice zbog veće površine primaju veću količinu vode), starosti brašna (odležalo brašno vezuje više vode), procenta izmeljavanja (povećanjem stepena izmeljavanja raste moć upijanja vode) i vlažnosti brašna (Žeželj, 2005).

Od brašna sa zadovoljavajućom **sposobnosti razvoja gasova** dobija se hljeb velike zapremine sa dosta vazdušnih mjehurića, dok kod brašna sa malom sposobnošću razvoja gasova pekarski proizvod je nerazvijene sredine i male zapremine. Najodgovorniji za razvoj gasova je ugljikohidratni kompleks brašna, tj. sadržaj fermentabilnih šećera i amilolitička aktivnost brašna, te prisutna količina pekarskog kvasca. Pšenično brašno namijenjeno za pekarsku proizvodnju ne treba ni da je sa previsokom niti sa preniskom amilolitičkom aktivnosti (Žeželj, 2005).

Tabela 10. Orientacione granice amilolitičke aktivnosti (Žeželj, 2005)

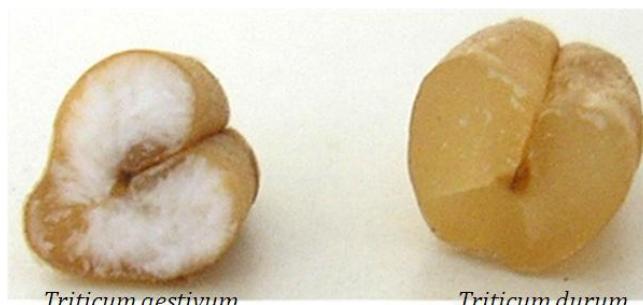
Amilolitička aktivnost	Po amilografu (AJ)	Po broju padanja (s)
Visoka	<300	<150
Srednja	450-650	200-300
Niska	>650	>300

Pod **jačinom pšeničnog brašna** podrazumijeva se sposobnost nekog brašna da se od njega napravi tijesto određenih reoloških osobina najpogodnijih za obradu. Pored toga tijesto bi trebalo da zadržava gasove nastale u toku fermentacije, i na kraju, od takvog tijesta treba da se dobije finalni proizvod velike zapremine, fine strukture pora i duge održivosti svježine. Najznačajniji faktor koji utiče na jačinu brašna su količina i kvalitet proteina. Pšenična brašna se prema jačini mogu svrstati u tri kategorije: jaka, srednja i slaba. U pekarskoj proizvodnji najpoželjnija su jaka brašna, jer ona pri zamjesu apsorbuju veliku količinu vode. Dobijeno

tijesto od takvog brašna je stabilne konzistencije, elastično i otporno na naprezanja, i ne lijepi se za dodirne površine. Tijesto, takođe, dugo zadržava oblik i nastale gasove, pa se dobijaju finalni proizvodi pravilnog oblika i velike zapremine. Slaba brašna imaju suprotne karakteristike od jakih, a brašna srednja po jačini po svojim osobinama su negdje između jakog i slabog. Pšenični gluten sa svojim osobinama formiranja prostorne strukture, najznačajniji je faktor jačine brašna, pa se na osnovu karakteristika glutena može ocijeniti i jačina brašna. Najbolji rezultati u proizvodnji hljeba se postižu sa brašnom koje sadrži što je moguće veću količinu glutena, koji je čvrst, ali i elastičan, tj. gluten kod koga je potrebna velika sila za istezanje, ali nakon prestanka djelovanja tih sila on se vraća u prvobitni položaj. Pored indirektnih metoda preko karakteristika glutena, naročito pouzdani podaci o jačini brašna dobijaju se reološkim metodima, tj. ispitivanjem reoloških karakteristika tijesta. Zahtjevi koje treba ispuniti pekarsko brašno zadovoljavajućeg kvaliteta su: E (cm^2)= 80-125 (energija), O (EJ)= 400-600 (otpor), R (mm)= 130-160 (rastegljivost), O/R= 2,8-3,5 (odnosni broj), moć upijanja vode (%)= 53-60 (Žeželj, 2005).

3.4.2. Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju tjestenine

Dugogodišnja proizvodnja tjestenine pokazala je da se kvalitetni tjesteničarski proizvodi (odgovarajući izgled, otpornost na lom osušenog proizvoda i održivost čvrstoće tokom kuhanja) dobijaju mljevenjem tvrde pšenice *Triticum durum*, odnosno krupica durum pšenice (semolina) je osnovna sirovina u tjesteničarskoj proizvodnji. Mnoge zemlje, među kojima i naša, nisu u mogućnosti da proizvedu durum pšenicu prvenstveno zbog klimatskih uslova, pa iz tog razloga, ali i zbog njene znatno više cijene su prinuđene koristiti obične visokostaklave pšenice, sa staklavosću 50-70%, a u nedostatku istih i sa manjim procentom staklavosti (Bejarović, 2001). *Triticum durum* pšenica je značajno tvrđa i obezbjeđuje tvrdoću, orašast ukus i intenzivnu žutu boju proizvedenoj tjestenini. S druge strane, tjestenina dobijena od *Triticum aestivum* pšenice je mekša i elastičnija, svjetložute boje (Bustos i sar., 2015).



Slika 2. Izgled presjeka *Triticum aestivum* i *Triticum durum* pšenice (Škrobot, 2016)

Izbor između semoline, krupice meke pšenice ili namjenskog brašna za proizvodnju tjestenine, bazira se na činjenici da sirovina za proizvodnju treba da zadovolji sljedeće uslove kvaliteta: da omogućava odgovarajuće oblikovanje tjestenine ekstrudiranjem kroz kalupe; da omogućava stvaranje jakog ali fleksibilnog krajnjeg proizvoda bez pucanja, sa dobrom stabilnošću tokom pakovanja i skladištenja; da formira osušen finalni proizvod glatke površine, odgovarajuće boje i bez prisustva pjega; da obezbijedi čvrstoću, elastičnost, žvakljivost i minimalnu ljepljivost kuhanog proizvoda; da obezbijedi prijatan ukus i aromu finalnog proizvoda koji će ujedno biti i bezbjedan u pogledu zdravstvene ispravnosti (Feillet i Dexter, 1996).

Pri izboru sirovine za proizvodnju tjestenine, osnovni parametri kvaliteta na koje treba obratiti pažnju su: veličina čestica, gradivne komponente osnovne sirovine, sadržaj žutog pigmenta i sadržaj tamnih čestica.

Veličina čestica namjenskog brašna ili durum krupice ima veliki uticaj na sposobnost vezivanja vode, a u skladu s tim i na fizička i strukturno-mehanička svojstva tijesta (njegovu čvrstinu i plastičnost), kao i na osobine gotovog proizvoda (boja i svojstva kuhanе tjestenine). Prema autoru Škrobotu (2016), smatra se da je optimalna veličina čestica durum krupice u rasponu od 200-300 μm , pri čemu čestice treba da budu što ujednačenije granulacije. Ako je brašno finije granulacije ($< 210 \mu\text{m}$), to je stepen oštećenosti skrobnih granula veći, što opet može dovesti do gubitaka tokom kuhanja, kao i smanjenja čvrstoće i moći upijanja vode u određenim vrstama tjestenina (Gauthier i sar., 2006).

Kada je riječ o **gradivnim komponentama osnovne sirovine**, kao i kod svih proizvoda čija je osnovna sirovina pšenično brašno, na kvalitet tjestenine će značajno uticati struktura skroba i proteina, kao i njihova interakcija koja se razvija tokom kuhanja. Da bi se dobila kuhanà tjestenina dobrog kvaliteta sa zadovoljavajućim teksturnim osobinama, najbitnije je da se tokom procesa proizvodnje razvije proteinska mreža koja je elastična i rastegljiva i u kojoj su granule skroba u potpunosti „zarobljene“ i ugrađene (Medvedev, 1999). Prema nekim autorima sadržaj **proteina** ima veći uticaj na kvalitet tjestenine nego kvalitet proteina (Feillet i Dexter, 1996). Ako se koristi semolina sa većim sadržajem proteina proizvodi se čvrsta i elastična tjestenina, koja tokom kuhanja fino bubri, uz minimalne gubitke organske materije u vodu od kuhanja, a ostaje čvrsta do trenutka serviranja i ne lijepe se. S druge strane, tjestenina napravljena od semoline sa niskim sadržajem proteina je veoma lomljiva i ima malu čvrstoću, gubici tokom kuhanja su veći, a kuhanà tjestenina se lijepe (Dexter i sar., 1983). Uopšteno gledajući, jedan od osnovnih pokazatelja kvaliteta proteina pšenice je kvalitet glutena, koji se najčešće izražava preko snage glutena (ukazuje na viskozitet i elastičnost glutena), te se

smatra da je optimalan sadržaj glutena oko 28% (Škrobot, 2016). Ako je manji sadržaj glutena u odnosu na ovu vrijednost, onda se smanjuje čvrstoća, povećava se ljepljivost tjestenine, i vrlo brzo kuhanja tjestenina gubi oblik. Najjednostavnije objašnjenje leži u činjenici da nizak sadržaj glutena ne može da održi skrobne granule, koje uslijed klajsterizacije i povećanja zapremine kidaju glutensku mrežu. Ako posmatramo sa druge strane, povećan sadržaj glutena iznad 40%, produžava vrijeme kuhanja, a kuhanji proizvodi imaju gumastu strukturu (Bejarović, 2001). Pored proteina, **skrob** je najvažnija hemijska komponenta semoline ili namjenskog brašna koje se koristi u proizvodnji tjestenine, a od kojeg zavise tekstura i senzorna svojstva, i na kraju ukupan kvalitet gotovog proizvoda. U okviru **enzima** pšeničnog zrna, najveći uticaj na kvalitet tjestenine imaju amilaze i esteraze. **Lipidi** su važni za razvoj boje tjestenine, doprinose učvršćavanju mrežaste proteinske strukture, a njihovom razgradnjom tjestenina dobija gorak ukus i miris užegle masti (Bustos i sar., 2015). Ako je prisutan **pijesak** u brašnu ili semolini, tokom procesa ekstrudiranja on se lijepi za kalupe, pa se na tjestenini pojavljuju oštećenja (pruge i ogrebotine). Sadržaj **pepela** < 0,9% (računato na s.m.) u semolini ili namjenskom brašnu obezbjeđuje dobar kvalitet tjestenine, dok sadržaj pepela 0,9-1,1% u osnovnoj sirovini će dati tjestenine tamnije boje i ukusa koji nalikuje pšeničnom. Od semoline sa višim sadržajem pepela od 1,1% se proizvodi tjestenina veoma tamne boje, sa izraženom aromom i lošom teksturom (Kill i Turnbull, 2008).

Kvalitet pšenične krupice T-400 za proizvodnju tjestenine treba da zadovoljava sljedeće parametre kvaliteta: sadržaj vlage = maks. 15%; sadržaj pepela = maks. 0,50%; vlažni ljepak = min. 28,0%; stepen omekšavanja = 40-90; otpor = 200-300 EJ; rastegljivost = 130-150 mm; kvalitetna grupa = B1-A2; amilogram = min. 600 AJ; granulacija na situ: od 190-200 μm (10%), od 200-350 μm (80%), ispod 190 μm (10%); sadržaj pigmenta = min. 4,5 mg/kg SM; sadržaj tamnih čestica = maks. 80/100 cm^2 . Navedeni zahtjevi kvaliteta su definisani od strane proizvođača tjestenine.

3.4.3. Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju keksa i proizvoda srodnih keksa

U proizvodnji keksa i proizvoda srodnih keksa upotrebljava se pšenično brašno tip 500, mada se može koristiti i brašno tip 650. Industrija keksa i proizvoda srodnih keksa uglavnom koristi brašno mekih pšenica, sa brašnenom strukturom i nižim sadržajem proteina. Klasični granulometrijski sastav brašna ne udovoljava zahtjevima proizvođača keksa i srodnih proizvoda, te je uobičajeno da mlin u dogовору sa proizvođačem proizvodi namjensko brašno

koje se klasificuje u „fino glatko“, „glatko“, „slabo poluoštvo“, „poluoštvo“ i „oštvo“. Granulometrijski sastav brašna koje se koristi u našem keksarstvu dat je u tabeli 11.

Tabela 11. Granulometrijski sastav brašna tip 500 (Gavrilović, 2003)

Područje veličine čestica (µm)	Učešće frakcija (%)			
	„glatko“	„slabo poluoštvo“	„poluoštvo“	„oštvo“
< 37	13,0	12,8	11,3	
37-55	14,0	9,4	8,8	
55-75	15,0	20,8	16,0	17,1
75-120	30,0	31,2	33,5	9,8
120-150	28,0	23,9	22,7	28,0
150-190		1,2	6,7	31,6
190-250		0,5	0,7	3,6
>250				9,8

Ako imamo na raspolaganju brašno sa sitnjom granulacijom, utoliko dobijamo finiju strukturu proizvoda. Naravno, treba uzeti u obzir da je granulometrijski sastav brašna usko povezan sa mehaničkom oštećenosti skroba, te ako je udio oštećenog skroba iznad optimalnog nivoa, to je pokazatelj slabog tehnološkog kvaliteta brašna za keks i proizvode srodne keksu (Gavrilović, 2003).

Moć upijanja vode, koja pokazuje sposobnost ukupne hidratacije svih sastojaka brašna, u brašnu slabih, mekih pšenica treba da se kreće od 50-55% (računato na sadržaj vode od 14%). Vrijednosti otpora tijesta, definisana standardnom metodom, koja se uzima kao jedan od pokazatelja tehnološkog kvaliteta brašna, treba da bude najviše 300 EJ, a vrijednost maksimalnog otpora treba da se kreće u području od 220-450 EJ. S druge strane, vrijednosti za rastegljivost tijesta treba da su što veće i to od 150-200 mm. Sa aspekta keksarstva, u prednosti je slabo enzimski aktivno brašno. Sadržaj vlažnog glutena za namjenska brašna slabih, mekih sorti pšenice, za keks i proizvode slične njemu, kreće se od 20-25% (Gavrilović, 2003).

Posmatrajući pokazatelje na farinogramu, tehnološki kvalitet brašna se može podijeliti u tri grupe. Kvalitetna grupa A podrazumijeva brašno sa optimalnom sposobnosti pecivosti; u kvalitetnoj grupi B se nalazi hljebno brašno sa dobrim svojstvima pecivosti, a kvalitetna grupa C obuhvata brašno sa slabim i neodgovarajućim svojstvima pecivosti u proizvodnji hljeba. U

proizvodnji keksa i proizvoda srodnih keksu u upotrebi je brašno kvalitetnih grupa C i B (Gavrilović, 2003).

Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju vafel lista i vafel proizvoda

U proizvodnji vafel lista upotrebljava se brašno sa što manjom veličinom čestica, tj. puder brašno fine granulacije. Ukoliko se tijesto izrađuje u velikim količinama i duže vrijeme zadržava u međurezervoarima, brašno bi onda trebalo da ima i manji udio krupnih čestica.

Takođe, ova brašna treba da su siromašna glutenom – slaba brašna. Količina proteina treba da se kreće u granicama od 8-10%, vlažni gluten treba da je „kratak“, da pruža srednji otpor na rastezanje 280-300 EJ, rastegljivost bi trebalo da se kreće u granicama 150-160 mm, uz malu energijsku vrijednost od cca 80 cm^2 (ekstenzografski podaci se odnose na ispitivanje brašna poslije 135 minuta). Na kvalitet vafel lista utiče i odležanost brašna. Tako brašna koja su dugo odležavala (pogotovo u nepovoljnim uslovima) i koja su jako razgrađena daju mekane i kožaste vafel listove. Ako su brašna jako svježa, dobijeni vafel listovi su krhki i lomljivi. Ako rijetko tijesto za vafel listove nema potrebnu vlažnost od 64-65%, odnosno ako je masa gusta (npr. kada je moć upijanja vode kod brašna velika), teško će se masa dozirati u kalupe za pečenje i takav proizvod će biti nepečen i pretežak. Preporučuje se kao povoljnije brašno sa manjom moći upijanja vode (Gavrilović, 2003).

Tijesto za vafel list izrađuje se sa brašnom kvalitetne podgrupe B-2 i C-1, sa slabom enzimskom aktivnošću i veoma finom granulacijom. Brašno treba da sadrži između 8-10% proteina, slabih kvalitetnih karakteristika. Proteini slabog kvaliteta obezbjeđuju gustinu i viskozitet tijesta za vafel list, koje sadrži veliki dio slobodne vode. Brašno sa manje od 8% proteina utiče na manju čvrstoću vafel lista i veću lomljivost. Ako su proteini brašna kvalitetni, dobijeni vafel list ima povećanu masu, suviše je čvrst, staklast, slabo savitljiv i lomljiv (Gavrilović, 2003). Brašno sa slabom enzimskom aktivnošću u tijestu za vafel list zadržava stabilnu gustinu i viskozitet. Enzimima oštećen skrob brašna je sklon otečnjavanju u periodu odležavanja tijesta, pa se smanjuje gustina i viskozitet tijesta, a krajnji proizvod je kožast, žilav i ima smanjenu masu.

U proizvodnji vafel lista upotrebljava se namjensko brašno sljedećih karakteristika: sadržaj pepela 0,35-0,65%, sadržaj vlažnog glutena 23-26%, maksimalni otpor 220-350 EJ, rastegljivost 150-200 mm (Gavrilović, 2003).

Tehnološki kvalitet brašna za proizvodnju biskvita, keksa i trajnih kolača

U proizvodnji biskvita i keksa poželjna su brašna koja daju tijesta sa malim odnosom otpora rastezanja prema rastegljivosti. To su, uglavnom, slabija brašna sa rastegljivim elastičnim ljestvicom, koji se u fazi pečenja neće kriviti u većoj mjeri i davati deformisane proizvode (zbog manjeg sadržaja vode i manje žilavosti). Mora se voditi računa da brašno nema previše nisku klajsterizacionu sposobnost, jer se ne dobiju zadovoljavajući rezultati (dolazi do prerenog izdvajanja vode, tj. kod pečenja previše čvrstih tijesta praktično i ne dolazi do klajsterizacije). Karakteristike jednog tipičnog brašna za biskvite i kekse su: energija 28 cm^2 , otpor rastezanju 100 EJ, rastegljivost 211 mm, maksimalni viskozitet 210AJ (Đaković, 1969).

U proizvodnji trajnog kolača upotrebljava se namjensko brašno sljedećih karakteristika: sadržaj pepela 0,46-1,15%, sadržaj vlažnog glutena 26-30%, moć upijanja vode 55-60 FJ, maksimalni otpor 300-450 EJ, rastegljivost 160-180 mm, granulacija iznad $145 \mu\text{m}$ 3-10% (Gavrilović, 2003).

3.5. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE HLJEBA

Hljeb pripada najstarijim namirnicama na svijetu. Ali, moramo imati na umu da su se žitarice iz kojih se proizvodi hljeb koristile kao prehrambene namirnice mnogo prije nego li je ispečen prvi hljeb. U početku su se koristila zrna žitarica najčešće sirova, omekšana ili pržena, a potom i usitnjena drobljenjem kamenom. Usitnjena zrna su se miješala sa vodom i potom kuhalila, ili nanosila na vruć kamen i pretvarala u pogače. Prema arheološkim nalazima, kiseli hljeb je najvjerojatnije bio poznat još prije 5000 godina i to u starom Egiptu (Albrecht i sar., 2010). Hljeb je bio osnovna namirnica mnogim civilizacijama. Čak i danas, hljeb i proizvodi na bazi žitarica čine bazu piramide namirnica, i njihova konzumacija je preporučena prema svim smjernicama (Rosell, 2011). Pekarska industrija je doživjela revoluciju u posljednjih 150 godina. Male zanatlijske pekare, koje su bile prisutne u svakom naselju, su napravile put za tehnološki visoko razvijenu pekarsku industriju. Različite pekarske tehnologije su razvijene da bi se što bolje odgovorilo na zahtjeve tržišta (Decock i Cappelle, 2005). Novi materijali i sastojci se uvode u recepture i stalno se istražuje i napreduje u području pekarske industrije.



Slika 3. Izgled pekare sa odvojenim prostorima za zamjes tijesta, pečenje, skladištenje i prodaju (www.gograph.com/clipart/bakery)

Pravilnikom o pekarskim proizvodima (Službeni glasnik BiH, broj 77/10) je propisan minimalan kvalitet, kategorizacija i označavanje pekarskih proizvoda koji se stavljuju na tržište BiH, te je izvršeno razvrstavanje pekarskih proizvoda u tri kategorije: hljeb, pecivo i drugi pekarski proizvodi. Pomenutim Pravilnikom je definisano da **se pekarski proizvodi** proizvode odgovarajućim tehnološkim postupkom od mlinskih proizvoda različitih žitarica, vode ili druge dozvoljene tečnosti, pekarskog kvasca ili drugih supstanci za vrenje, dozvoljenih aditiva te drugih sastojaka. Takođe je definisano da je **hljeb** pekarski proizvod mase preko 250 g proizведен miješenjem, fermentacijom, oblikovanjem i pečenjem tijesta umiješanog iz prethodno spomenutih sastojaka. Pravilnik o pekarskim proizvodima takođe propisuje da se hljeb razvrstava i stavlja na tržište pod nazivom: **pšenični hljeb**, raženi hljeb, hljeb iz drugih krušnih žitarica, miješani hljeb i hljeb posebnih vrsta, kao i da pšenični hljeb se proizvodi od različitih tipova pšeničnog brašna, a razvrstava se na kategorije: **bijeli hljeb** (proizvodi se od bijelog pšeničnog brašna tip 400, tip 500 i tip 550), polubijeli hljeb (proizvodi se od pšeničnog polubijelog brašna tip 700, tip 710 i tip 850), crni hljeb (proizvodi se od pšeničnog crnog brašna tip 1100 i tip 1600), integralni hljeb (proizvodi se od pšeničnog brašna ili prekrupne iz cijelog zrna). Članom 8. Pravilnika o pekarskim proizvodima je definisano da organoleptička i druga svojstva pekarskih proizvoda (izgled, okus, boja, miris, struktura i elastičnost) moraju odgovarati pojedinoj vrsti pekarskog proizvoda, kao i da maksimalno dozvoljen sadržaj vode u sredini hljeba, posmatrano za bijeli i polubijeli pšenični hljeb, je do 46%.

3.5.1. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje hljeba

Priprema sirovina za proizvodnju

Priprema brašna podrazumijeva miješanje, prosijavanje, izdvajanje eventualno prisutnih primjesa, temperiranje i odvagu brašna (Žeželj, 2005). Ako je predviđeno tehnološkim procesom proizvodnje i na osnovu raspoloživih podataka o kvalitetu partija brašna sa kojima raspolažemo, vrši se miješanje brašna različitih tehnoloških karakteristika. Takođe, prije dolaska brašna u fazu zamjesa, obavezno je prosijavanje koje ima za zadatak da, pored odstranjanja prisutnih primjesa, aerira i rastresa brašno, tj. uvede svjež vazduh sa kiseonikom potreban za bolji rad kvaščevih ćelija (Kovačević, 2001). Temperiranjem se brašno dovodi na temperaturu koja je najpovoljnija za zamjesu.

Zajedno sa brašnom, kvascem i solju, voda je glavni sastojak tijesta, sa učešćem od oko 55% u odnosu na brašno. Priprema vode, za koju prepostavljamo da je kvaliteta vode za piće, podrazumijeva eventualnu korekciju tvrdoće (za pekarsku proizvodnju pogodna je tvrda voda sa 15-20 njemačkih stepeni), te temperiranje do temperature koja odgovara zamjesu tijesta. Priprema kvasca i soli podrazumijeva rastvaranje u dijelu vode za zamjesu, da bi se navedene sirovine ravnomjernije rasporedile u tijestu (Kovačević, 2001).

Zamjesivanje tijesta

U osnovi miješanja tijesta je homogenizacija sastojaka i tada počinje čitav niz biohemijskih, fizičkih i koloidnih procesa, što rezultira razvojem glutena. Gluten je taj koji tijestu daje plastične i elastične osobine. Procesi koji se dešavaju tokom zamjesa tijesta su: ravnomjerna raspodjela sastojaka po recepturi, hidratacija ovih sastojaka, a posebno proteina i skroba, razvoj glutenske strukture u tijestu zahvaljujući mehaničkoj energiji koja ulazi tokom miješanja, inkorporiranje mjehurića vazduha u tijesto, formiranje tijesta sa odgovarajućim reološkim svojstvima (Cauvain, 2001).

Tijesto je vrlo kompleksan sistem, kojeg čine čvrsta, tečna i gasovita faza. Čvrsta faza se sastoji od proteinske mreže, granula skroba i usitnjениh čestica omotača. U tečnoj fazi se nalaze pravi i koloidni rastvori, a u gasnoj fazi mjehurići gasova (Žeželj, 2005).

Proces zamjesa tijesta prolazi kroz dvije faze: u prvoj fazi proteini brašna, skrob i druge komponente hidratišu u tečnosti, te tijesto se čini vlažno, izgleda ljepljivo i slabo povezano. Već u drugoj fazi, tijesto postaje povezana plastično-elastična masa, sa manjom ljepljivosti i svilenkastim izgledom površine. Moguće je primjenjivati direktni ili indirektni postupak u pripremi tijesta. Po direktnom postupku, sve sirovine koje ulaze u sastav tijesta se doziraju i zamjesuju istovremeno u jednoj fazi. Zamjes tijesta se vrši na mješaćima različitih

konstrukcionih rješenja i intenziteta, u trajanju od 3-20 minuta. Po indirektnom postupku, tijesto se priprema u dvije faze (Kovačević, 2001).

Fermentacija u masi tijesta

Fermentacija u masi tijesta počinje pri zamjesu tijesta i traje do dijeljenja tijesta, a njen osnovni zadatak je da tijestu obezbijedi fizičke osobine pri kojima se ono lako dijeli u komade, lako oblikuje i zadržava formirane gasove, te da svojim procesima obezbijedi prijatan ukus i aromu finalnog proizvoda. Tijesto se treba odlikovati poroznošću, a to se postiže prisustvom gasova. Zahvaljujući svojoj rastegljivosti, tijesto može da zadržava gasove, koji u njemu obrazuju pore, a pore su te koje omogućavaju prožimanje topote (Kovačević, 2001).

Nakon što je završena faza zamjesa, u tijestu nastaju prilično složeni biohemski, fizičko-hemijski i mikrobiološki procesi. Svakako, najznačajniji od svih biohemskih procesa je proces fermentacije (previranje šećera u alkohol i ugljendioksid što je omogućeno djelovanjem enzimskog kompleksa kvasca). Zajedno sa fermentacijom, odvijaju se i drugi biohemski procesi, kao što je razgradnja skroba do šećera pod djelovanjem amilolitičkih enzima brašna. Takođe, vrlo je bitna i mlijeko kisela fermentacija koju izazivaju mlijekokisele bakterije, a koje su inače u okviru stalne mikroflore brašna. Danas se sve češće dodaju mlijekokiselinske bakterije u kombinaciji sa kvascem kako bi dobili posebno prijatan ukus gotovih proizvoda (Žeželj, 2005).

Proizvodnja pečenog hljeba fine strukture zavisi u potpunosti od stvaranja mjehurića gasa u tijestu, i njihovog daljeg zadržavanja u kasnijim fazama proizvodnje hljeba. Nakon što je zamjes završen, jedini novi gas koji je dostupan je ugljen dioksid koji nastaje tokom fermentacije pomoću kvaščevih ćelija. Druga dva gase prisutna u tijestu nakon zamjesa su kiseonik i azot. Kiseonik brzo nestaje, jer ga potroše ćelije kvaska. Sa uklanjanjem kiseonika, gas koji ostaje zarobljen je azot koji igra značajnu ulogu formiranjem mjehurića nukleusa u koji gas ugljendioksid može da ulazi kad izađe iz rastvora (Cauvain, 2001).

Fermentacija, odnosno zrenje tijesta je dug proces koji može da traje i do nekoliko sati. Od velikog značaja je skratiti to vrijeme zrenja, ali uz uslov da se zadrži kvalitet gotovog proizvoda. Intenzitet, a samim tim i vrijeme zrenja zavisi od sljedećih faktora: količine kvaska, temperature tijesta u toku fermentacije, izrade i obrade tijesta i primjene određenih hemijskih sredstava (Žeželj, 2005).

Premjesivanje tijesta

Tokom fermentacije, ugljendioksid formira gasne mjehuriće i na taj način tijesto narasta, ali do određene granice kad se zaustavlja. Ako se u tom trenutku premjesi tijesto,

onda se gasovi ponovo počinju razvijati i moguće je postići maksimalan volumen tjesteta. Ciljevi premjesivanja tjesteta su: ravnomjernije raspoređivanje kvaščevih ćelija i njihovo dovođenje u kontakt sa hranljivim supstancama, tjesto postaje čvršće, veća je sposobnost zadržavanja gasova, odstranjuju se veći mjehurovi u tjestetu pa se dobije ravnomjerna poroznost. Premjesivanje se vrši tokom fermentacije u masi tjesteta 1-2 puta, a vrijeme premjesivanja je najviše 60 sekundi (Kovačević, 2001).

Dijeljenje tjesteta i okruglo oblikovanje

Po završenoj fermentaciji, tjesto se dijeli na komade čija će masa nakon pečenja i hlađenja odgovarati deklarisanoj gramaturi hljeba. Dijeljenje se može obavljati ručno, u manjim zanatlijskim pekarama ili mašinski u većim industrijskim pogonima. Ukoliko se želi dobiti finalni proizvod ekstra kvaliteta, dijeljenje bi se trebalo obaviti ručno, jer postoji vrlo mali broj mašina djelilica na kojima se može postići isti kvalitet kao kod ručnog dijeljenja (Žeželj, 2005). Komad tjesteta, nakon dijeljenja, ima nepravilan oblik, tako da je cilj okruglog oblikovanja da komad tjesteta dobije oblik lopte. Loptasti oblik je najpogodniji, jer je tjesteni komad u tom slučaju sa najmanjom površinom, pa je isušivanje manje, kao i promjene temperature. Osim toga, tjesto dobija tanku pokoricu koja ne dozvoljava dalji izlazak gasova iz tjesteta te se dobijaju finalni proizvodi pravilnijeg oblika, fine poroznosti i fine strukture sredine (Auerman, 1988). Takođe, i okruglo oblikovanje se može vršiti ručno ili mašinski (Kovačević, 2001).

Intermedijarna fermentacija – odmaranje tjesteta

Tokom obrade tjesteta, tj. dijeljenja i okruglog oblikovanja, tjesto trpi fizička naprezanja, gubi se dio formiranih gasova, formiraju se unutrašnji naponi u tjestetu i ono postaje čvrsto i neelastično. Tokom intermedijarne fermentacije, naponi u tjestetu popuštaju, nastavlja se akumulacija gasova i tjesto ponovo postaje rastegljivo, elastično i pogodno za dalje faze proizvodnje (Kovačević, 2001). Ova faza obično traje 5-10 minuta, bez posebnog regulisanja temperature i relativne vlage vazduha (Žeželj, 2005).

Završno oblikovanje

Završno oblikovanje je operacija kojom se daje konačan oblik tjestenom komadu, ali kojom se dobrim dijelom može uticati i na strukturu sredine hljeba. U proizvodnji pšeničnih hljebova najzastupljeniji je hljeb u obliku vekne, a to se postiže primjenom mašina za rolovanje tjesteta (Kovačević, 2001). Sastavni dio završnog oblikovanja je i narezivanje, čime se pored izgleda utiče i na strukturu finalnog proizvoda. Zarezi dovode do toga da se sredina slobodno razvija i da se postigne odgovarajući volumen bez pucanja kore (Žeželj, 2005).

Završna fermentacija

U toku oblikovanja istisnut je gas iz tjestenih komada i ako bi se pokušalo takvo tijesto da se peče, kora bi se ugljenisala, dok bi sredina ostala sirova i ljepljiva. Iz tog razloga se tijesto podvrgava završnoj fermentaciji kada dolazi do širenja gasova, obrazovanja gasnih ćelija, odnosno mnogobrojnih pora čime se u procesu pečenja omogućava prodiranje topote u unutrašnjost proizvoda (Kovačević, 2001). Završna fermentacija traje od 35 do 60 minuta u zavisnosti od: od izabranog tehnološkog procesa, osobina brašna, količine i aktivnosti kvasca, recepture tijesta, temperature tijesta i fermentacione komore, konzistencije tijesta, veličine i vrste proizvoda i temperature pečenja. Ova faza se izvodi u strogo kontrolisanim uslovima, tj. u komorama gdje se temperatura održava od 35-40 °C, a relativna vlažnost vazduha u granicama od 75-80% (Žeželj, 2005).

Pečenje hljeba

Pečenje je završna faza u proizvodnji hljeba i peciva kojom se, pod uticajem topote, tjesteni komad, koji nema prijatan ukus i aromu, pretvara u hljeb ili pecivo vrlo prijatnog ukusa i arome. Tokom faze pečenja odvijaju se sljedeće promjene: prestanak rada mikroorganizama, inaktivacija enzima, želatinizacija skroba, koagulacija bjelančevina i isparavanje alkohola i vode. Takođe dolazi i do karamelizacije šećera u kori hljeba, te nastanka hemijskih jedinjenja koji daju prijatan ukus i aromu proizvodu (Kovačević, 2001).

U momentu stavljanja tjestenih komada u peć, mikroorganizmi (kvasci i mliječno kiselinske bakterije) su vrlo aktivni i dovode do naknadne fermentacije. Međutim, kad temperatura dostigne 45 °C aktivnost kvasaca se naglo smanjuje, kao i aktivnost mliječnokiselinskih bakterija kada temperatura pređe 50 °C (iako postoje određene vrste mliječnokiselinskih bakterija koje izdržavaju temperature od 75-80 °C). Proteolitički enzimi, čiji je zadatak razgradnja bjelančevina i posljedično omekšavanje tijesta i lakše rastezanje, aktivni su do temperature od 45 °C, kada počinje njihova denaturacija. Amilolitički enzimi, sa povećanjem temperature povećavaju svoju aktivnost. α – amilaza ostaje djelimično aktivna i u pečenom hljebu, dok β -amilaza se denaturiše na temperaturi od 82-84 °C. Proteini koji su držali čitavu strukturu tijesta počinju da denaturišu na oko 55 °C kada dolazi do otpuštanja vode. Istovremeno, sa povećanjem temperature dolazi i do pucanja amilopektinske ljske i razgradnje skroba (klajsterizacije), ali za potpunu klajsterizaciju nema dovoljno vlage, tako da ovaj djelimično klajsterizovani skrob upija vodu koju su otpustile bjelančevine. Tako da se za vrijeme pečenja vrši preraspodjela vode između bjelančevina i skroba (Kaluđerski i sar., 1989).

Vrlo značajne su i Majardove reakcije, između šećera i aminokiselina, koje se odvijaju na temperaturama iznad 100 °C, na samoj površini, tj. u kori hljeba. Proizvodi ovih reakcija su bojena jedinjenja, koja daju boju kori hljeba, ali i aromatična jedinjenja koja daju specifičan miris i aromu proizvodu (registrovano ih je više od 280) (Žeželj, 2005).

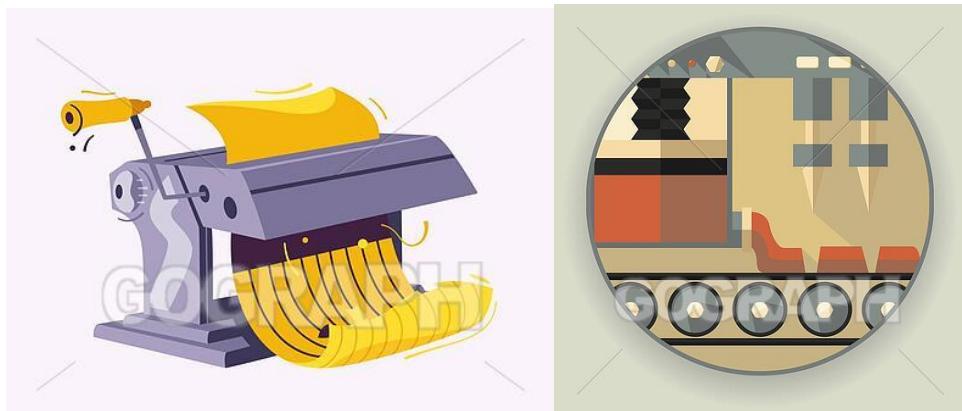
Temperature pečenja, u zavisnosti od vrste i mase proizvoda, se kreću u širokim granicama. Tako npr. za slobodno pečen hljeb mase 1000 g, optimalna temperatura je u intervalu 220-250 °C, dok npr. za pecivo iznosi 230 °C. Slično tome, vrijeme pečenja varira u širokom intervalu, gdje npr. za pšenični hljeb od 1 kg iznosi 33 minuta, a za peciva 10-20 minuta. Tokom prve faze pečenja, u periodu 2-3 minuta, ubacuje se vodena para, čime se na tjestenom komadu stvara propustljiva i elastična opna od kondenzovane vodene pare, koja omogućava dalje narastanje tijesta tokom naknadne fermentacije. Kad je proces stvaranja kore i sredine završen, hljeb je pečen (Kovačević, 2001).

Hlađenje hljeba

Poslije napuštanja peći vruć proizvod ulazi u fazu hlađenja. Tokom hlađenja nastavljaju se procesi započeti tokom pečenja: klajsterizacija, enzimska razgradnja skroba i sl. Poslije dva sata kora je ohlađena, dok se sredina hljeba znatno sporije hlađi i potrebno je oko četiri sata da se izjednači sa temperaturom okoline (Kovačević, 2001).

3.6. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE TJESTENINA

Tjestenina je jedan od značajnih prehrambenih proizvoda čija se upotreba u ishrani ljudi širom svijeta konstantno povećava, iz nekoliko razloga: brza i jednostavna priprema velikog broja jela, laka svarljivost, prijatne senzorne karakteristike, pogodnost pri transportu i skladištenju i ekonomski prihvatljivost. Postoje brojne teorije o porijeklu tjestenine, ali bez obzira da li je to bila Etrurska civilizacija, Grci, Rimljani, Arapski nomadi ili Kinezi, samo je jedna činjenica: tjesteninu onaku kakvu je mi danas poznajemo svijetu su dali Italijani. Prvi zabilježeni podaci, koji govore o poluindustrijskoj proizvodnji sušene tjestenine, su iz 1150. godine, i u njima se pominje da u blizini Palerma se proizvode velike količine tjestenine u obliku niti, koje se potom izvoze svuda po svijetu. U Veneciji je 1740. godine otvorena prva fabrika za proizvodnju tjestenine (<http://www.internationalpasta.org>). Izvoz tjestenina iz Italije je bio najintenzivniji početkom 20. vijeka, sa maksimumom od 70 hiljada tona, pri čemu se najviše izvozilo u Ameriku. Kasnije su i zemlje koje su uvozile tjesteninu počele sa njenom proizvodnjom (<http://www.food-info.net>).



Slika 4. Zanatska i industrijska proizvodnja tjestenine

(www.gograph.com/clipart/pastaproduction)

Pravilnik o tjesteninama, tijestu i proizvodima od tijesta (Službeni glasnik BiH, broj 77/10) propisuje minimalan kvalitet, kategorizaciju i označavanje tjestenina, tijesta i proizvoda od tijesta koji se stavljuju na tržište BiH, odnosno propisuje razvrstavanje proizvoda na dvije osnovne kategorije: prva kategorija su **tjestenine**, a drugu kategoriju čine tijesta i proizvodi od tijesta. Prema pomenutom Pravilniku tjestenine su proizvodi dobiveni miješanjem i oblikovanjem pšenične krupice ili namjenskog brašna s vodom, a mogu se dodavati i drugi sastojci i aditivi. Prema tehnološkom postupku, tjesteninu je moguće kategorisati kao svježu tjesteninu, **sušenu tjesteninu**, pretkuhanu tjesteninu i brzo smrznutu tjesteninu. Prema odredbama pomenutog Pravilnika, tjesteninu je moguće kategorisati i prema upotrebljenim sastojcima i to u sljedeće kategorije: **obična tjestenina**, tjestenina sa jajima, tjestenina sa dodacima i punjena tjestenina. Obična tjestenina se proizvodi od mlinskih proizvoda i vode i označava se samo kao tjestenina. U skladu sa pomenutim Pravilnikom, zahtjevi kvaliteta koji sušena tjestenina treba da zadovoljava je da izgledom, okusom, bojom i konzistencijom mora odgovarati pojedinoj vrsti tjesteničarskog proizvoda, količina vlage može biti do 13,5%, stepen kiselosti može biti do 3,5 (ako je proizvedena bez dodataka proizvoda od voća i povrća i glutena), i da nije obojena vještačkim bojama.

3.6.1. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje tjestenina

Priprema sirovina

Priprema krupice, koja bi trebala biti svježe mljevena i neodležana, podrazumijeva prosijavanje, kako zbog aeracije i uklanjanja nečistoća, tako i zbog postizanja što homogenije granulacije, i eventualno temperiranje. Priprema vode takođe najčešće podrazumijeva

zagrijavanje, dok priprema dodatnih sirovina je karakteristična za svaku od njih (Bejarević, 2001).

Zamjes i ekstrudiranje tjesteta

Zamjes je faza koja počinje doziranjem sirovina koje su predviđene recepturom i pri tom se dobija poluproizvod – sirova tjestenina. Opremu koja se koristi u ovoj fazi čine: presa (ekstruder), dozatori, mjesilica, uređaj za sječenje, ventilator, kalorifer i drugi uređaji kojim se čitav sistem kompletira. Sadržaj vode u sirovoj tjestenini se treba kretati u granicama od 29-31% (Žeželj, 2005). Ovdje je potrebno voditi računa da svako odstupanje od predviđenih granica vlažnosti se drastično odražava na kvalitetu finalnog proizvoda. Nižim sadržajem vlage neće se moći postići pravilna hidratacija čestica i tijesto se neće u potpunosti razviti, a sa druge strane viši sadržaj vlage od predviđenog izaziva probleme tokom presovanja zbog stvorenih grudvi koje teško prolaze kroz otvore na matrici (Bustos i sar., 2015). Tokom zamjesa, u kontaktu sa vodom, gluten postaje gumast i elastičan, sa sposobnošću da gradi niti i zarobi granule skroba, odnosno formira proteinsku mrežu čiji je kvalitet vrlo bitan za kvalitet proizvedene tjestenine. Na temperaturama ispod 55 °C skrob odlikuje ograničen kapacitet apsorpcije vode, ali na višim temperaturama skrob bubri i dolazi do povećanja viskoziteta (Bustos i sar., 2015).

Zamjes tijesta u okviru proizvodnje tjestenine može biti:

- kontinualni i diskontinualni - prema režimu;
- tvrdi (28-30%), srednji (30-32%) i meki (32-34%) - prema količini vlage u tijestu;
- vrući (oko 80 °C), topli (oko 60 °C) i hladni (oko 30 °C) – prema temperaturi vode (Bejarević, 2001).

U koritu za zamjes, od recepturom predviđenih sirovina, nastaje vlažna i mrvičasta masa, koja tek presovanjem prelazi u tjestenu masu odgovarajućeg viskoziteta i elastičnosti. Pritisak u pužu prese, u kojoj nastaje tijesto, zavisi od vlage i temperature tijesta, otpora matrice i uređaja za zaštitu matrice. Kod tijesta sa sadržajem vlage oko 30%, pritisak koji se koristi je u granicama od 80-120 bara. Ako se poveća sadržaj vlage, smanjuje se pritisak neophodan za potiskivanje tijesta (Medvedev, 1999). Tijesto se dalje istiskuje kroz matrice (kalupe), čime dobijamo željeni oblik tjestenine. Konačni željeni oblik po dužini se dobije uz pomoć uređaja za sječenje. Nastala tjestenina bi trebalo da je pravilnog oblika sa glatkom površinom, bez pukotina ili hraptavosti (Žeželj, 2005). S obzirom da se tjestenina proizvodi u velikom broju oblika i veličina, na tržištu postoje i različite vrste matrica. Danas postoji preko 150 različitih vrsta i oblika tjestenina, uz vrlo često pojavljivanje novih oblika i njihovih imena i namjene. Prema Bejarović (2001), tjestenina prema obliku može biti: motana

(gnijezda), kratka (makaroni, grkljančići, pužiči, mašnice, zvjezdice i sl.) i duga tjestenina (fideline, špagete, čipkasti rezanci i sl).

Sušenje tjestenine

Po izlasku iz kalupa, vrši se predsušenje tjestenine sa zagrijanim vazduhom, čiji je cilj da se odstrani voda sa površine sirove tjestenine i time spriječi njeno sljepljivanje u narednim fazama, te postigne čvrstina dovoljna da se tjestenina ne deformiše. Inače, sušenje je izuzetno osjetljiva i bitna faza kod proizvodnje tjestenina. Dobijena tjestenina ima sadržaj vlage oko 30% i pogodna je sredina za razvoj pljesni i bakterija, a u fazi sušenja taj sadržaj vlage se mora dovesti na nivo od oko 13%. Samo sušenje se mora obaviti vrlo pažljivo, da se ne bi pojavile pukotine ili deformiteti proizvedene tjestenine, i zato se sušenje vrši u više faza (Žeželj, 2005).

Sušenje tjestenine se bazira na principu konvekcije, tj. razmjene topote i vlage između tjestenine i zagrijanog vazduha. Tokom procesa sušenja vlaga sa površine tjestenine prva isparava, a zatim dolazi do pomjeranja vlage iz unutrašnjosti tijesta, što dovodi do formiranja gradijenta sadržaja vlage u unutrašnjosti tjestenine i na njenoj površini. Na osnovu parametara (temperatura, vlažnost i brzina strujanja vazduha), razlikuju se blagi i oštri režim sušenja. Blagi režim podrazumijeva korištenje vazduha niže temperature sa većim sadržajem vlage, dok oštri režim primjenjuje vazduh viših temperatura (Škrobot, 2016).

Svakako, vrlo bitna operacija jeste i pakovanje tjestenina, jer time proizvod štitimo od spoljašnjih uticaja, ali činimo i atraktivnim za kupce. Na izlazu iz sušare, tjestenina ima temperaturu koja je vrlo bliska temperaturi vazduha u sušnici. Potrebno je tjesteninu ohladiti, prije pakovanja, na temperaturu prostorije, kako se ne bi pojavila kondenzacija u ambalaži koja bi negativno uticala na kvalitet finalnog proizvoda (Žeželj, 2005).

3.7. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE VAFEL PROIZVODA I TRAJNIH KOLAČA

Poslastičarstvo i njegove raskošne kreacije nas prate od najranijih dana djetinjstva, a sami počeci datiraju iz doba faraona, jer su iz tog vremena pronađeni crteži kolača zajedno sa crtežima hljeba. Prema istoričarima hrane, Egipćani su prva kultura koja je posjedovala naprednije vještine u pekarstvu, ali i u poslastičarstvu. Prve poslastice su bile mnogo drugačije od ovih koje se konzumiraju danas. Prve torte su više ličile hljebu i bile zaslađene sa medom, i vrlo često sa dodatkom orašastih plodova ili sušenog voća

(<http://foodtimeline.org/foodcakes.html>). Prava prekretnica u razvoju poslastičarstva je bilo donošenje šećerne trske u Evropu, ali i začina. Sljedeće otkriće je bila biskvitna masa, za koju se pretpostavlja da su je prvi Francuzi ispekli. Razvojem nauke i tehnologije usavršavana je i proizvodnja raznih vrsta punila i glazura i sredstava za zaslajivanje, tako da možemo reći da je poslastičarstvo danas dospjelo vrlo visok nivo umjetnosti (Kovačević, 2001).

Pravilnikom o keksima i proizvodima srodnim keksima (Službeni glasnik BiH, broj 51/11) definisano je da su keksi i proizvodi srodnici keksima proizvodi određenih prehrabrenih i organoleptičkih svojstava (koja moraju biti specifična za svaku vrstu), dobiveni od osnovne sirovine brašna, masnoća, šećera, škroba i drugih sirovina i aditiva, tehnološkim postupcima miješanja, gnječenja, tučenja, oblikovanja, pečenja i drugim postupcima. U skladu sa pomenutim Pravilnikom, keksi i proizvodi srodnici keksima su podjeljeni u sljedeće kategorije: keks, kreker, trajno slano pecivo, čajno pecivo, **vafel list**, **vafel proizvod**, medenjak, paprenjak, makronen, biskvit, piškota, mehani biskvit, kolač, **trajni kolač**.

Vafel proizvodi ili vafli su posebna grupa keksu srodnih proizvoda koju čine vafel listovi punjeni ili premazani određenim punjenjem (Službeni glasnik BiH, broj 51/11). Vafel list se kod nas još naziva i oblatna ili oblanda, i to je uglavnom opšte korišten naziv za ovu grupu proizvoda, osim u Francuskoj gdje se koristi termin gofret (gaufrette), što bi u prevodu značilo kolačić u obliku saća. Osim vafel lista može se proizvoditi i slatki vafel, koji može biti različitog oblika, te sa ili bez punjenja (Gavrilović, 2003).

Biskviti i biskvitni kolači su proizvodi dobijeni od biskvitne mase. Proizvodi se suvi biskvit, biskvitni kolač i masni biskvitni kolač. Srođani proizvod biskvitnom kolaču je kolač sa jajima. Biskvitni kolač i srođani proizvodi se nalaze u prometu u brojnim vrstama kao industrijski i kao poslastičarski proizvodi (Gavrilović, 2003). Prema Pravilniku o keksu i proizvodima srodnim keksu (Službeni glasnik BiH, broj 51/11), biskvit je proizvod dobiven od jaja, žumanca i/ili bjelanca, ili odgovarajuće količine proizvoda od jaja, šećera, mlinskih proizvoda i/ili škroba i aditiva, bez dodavanja masnoće, dok je mehani biskvit proizvod dobiven kao i biskvit uz dodatak masnoće. Prema istom Pravilniku kolač je proizvod sa rokom valjanosti do 30 dana, a **trajni kolač** je proizvod originalno zapakovan i sa rokom valjanosti preko 30 dana.



Slika 5. Proizvodna linija keksa

(www.gograph.com/clipart/cakesproduction)

3.7.1. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje vafel listova

Priprema sirovina i zamjes tijesta

Sirovine koje ulaze u sastav tijesta za vafel list su: brašno, voda, biljna mast (dodaje se da se dobije veća prhkost vafel lista i veća topivost u ustima, te veća kalorijska vrijednost), lecitin (emulgator sa ulogom stabilizovanja emulzije vodene i masne faze u tijestu i sprečavanje ljepljenja oblikovanog tijesta u kalupima), šećer u prahu (povećava ljepljenje tijesta, čvrstoću i staklavost vafel lista, te utiče na ljepšu boju proizvoda), žumance svježe ili u prahu (povećava se čvrstoća, smanjuje pucanje vafel lista, smanjuje ljepljivost za kalupe, utiče na ljepšu boju vafel lista), mlijeko u prahu (utiče na rumenu boju i punoću ukusa i arome), kuhinjska so (vrši korekciju ukusa proizvoda), natrijum-hidrogen-karbonat (sredstvo za narastanje tijesta) (Kovačević, 2001).

Faza pripreme sirovina podrazumijeva prosijavanje i odvagu brašna, potom odvagu i temperiranje potrebne količine vode, te odvagu i rastvaranje ostalih sirovina. Zamjes tijesta se vrši u brzohodnom mješaču, gdje se prvo dozira pripremljena voda i otopljena mast uz dodatak ostalih sirovina, zatim brašno i na kraju rastvor sredstva za narastanje tijesta. Izrađena masa potom odlazi u posude automata za pečenje (Gavrilović, 2003).

Oblikovanje, pečenje i hlađenje

Tijesto za vafel list dobija oblik nakon doziranja određene zapremine na površinu vrelog kalupa za pečenje, u nekoliko paralelnih pruga, koje se poslije zatvaranja kalupa razliju po cijeloj površini. Po kalupu za pečenje su izgravirani žljebovi, gravura koja daje rešetkast – reljefni izgled površine vafel lista. Kalup ima na bočnim stranama red od nekoliko rupica kroz

koje se na početku izbaci višak tijesta i izlazi vodena para. Pečenje počinje u trenutku zatvaranja kliješta kalupa, koja potom prolaze kroz grejni prostor automata za pečenje. Na izlazu iz automata, kliješta se otvaraju i pečeni vafel list izlazi iz kalupa. Smatra se da je vrijeme pečenja vafel lista od 2-3 minute, uz optimalnu temperaturu kalupa 150-170 °C, potrebno da se dobije vafel list zadovoljavajućeg kvaliteta. U prvih nekoliko sekundi pečenja, kada se tjesto izlije u kalupe, dešava se intenzivno isparavanje vode i formiranje parnog sloja. Uporedo sa tim, nastaje i proces denaturacije i dehidratacije glutena, te proces bubrenja i rasprskavanja strukture skroba. Skrob vrlo brzo gubi strukturu, izliva se i potpuno gubi vodu. U daljem procesu pečenja nastavlja se progrijavanje i ujednačeno isparavanje vode iz svih slojeva, odnosno nastavlja se sušenje vafel lista. Kada se postigne sadržaj zaostale vlage od oko 2% u vafel listu, završava se proces pečenja (Gavrilović, 2003).

Hlađenje počinje već od momenta odvajanja vafel lista od kalupa za pečenje. Temperatura vafel lista se vrlo brzo smanji na 40 °C, u uslovima koji vladaju u blizini automata za pečenje. Dalji tok hlađenja podrazumijeva poništavanje napona i raspoređivanje vlage zaostale poslije pečenja ali i primljene iz okoline. Cilj koji treba postići tokom hlađenja i skladištenja je da vafel list zadrži ispravan oblik bez deformacija, hrskavost i ostale kvalitativne karakteristike (vrlo je higroskopan, a ovlaženi se žilave i deformišu) (Gavrilović, 2003).

Obrada vafla

U zavisnosti od želenog gotovog proizvoda, vafel list se može premazivati ili puniti masom za punjenje, ručno ili mašinski. U prvoj fazi se nanosi masno punjenje na vafel list, pokrije se premazani vafel list sa drugim vafel listom, ponavljamo iste operacije do ukupno četiri lista, te se vrši pokrivanje dobijene vafel ploče petim vafel listom. Obično se proizvode vafel ploče sa dva do pet vafel listova, premazanih sa jednim do četiri sloja masnog punjenja. Druga faza obrade podrazumijeva odležavanje vafel ploče pod pritiskom, sa ciljem kako bi dio punjenja migrirao u vafel list i kako bi se vafel ploča ohladila do temperature okoline. Nakon obrade vafla je rezanje vafel ploče i isjecanje oblika iz punjene vafel ploče (Gavrilović, 2003). Nakon obrade vafla slijedi pakovanje, deklarisanje i skladištenje finalnog proizvoda.

3.7.2. Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje trajnog kolača

U okviru zamjesa tijesta za kolač, uzimajući u obzir sirovinski sastav, odnosno recepturu i način oblikovanja, koriste se: brašno, šećer, invertni šećer, voda, sorbitol, margarin ili biljna mast, emulgator, svježa jaja, melanž ili jaja u prahu, mlijeko u prahu, kukuruzni skrob, kuhinjska so, arome, prašak za pecivo, sredstva za narastanje (Gavrilović, 2003).

Priprema sirovina i zamjes tijesta

U sklopu zamjesa tijesta za trajni kolač vrši se priprema invertnog šećera koji se ohlađen upotrebljava u izradi tečne faze tokom dvofaznog postupka zamjesa. Zamjes tijesta se vrši u univerzalnom mješaču, i to tako da se prvo umuti margarin i šećer, a potom dodaju ohlađen pripremljen rastvor invertnog šećera i svježa jaja, izradi homogena masa i na kraju unose ostale sirovine i brašno. Sadržaj vode u tijestu zavisi od načina izrade i kreće se u granicama 20-25%, sa pH vrijednošću sredine 8-9. U slučaju oblikovanja izbadanjem tijesto odležava od 18-24 sata, a u slučaju oblikovanja na valjku ili rezanjem žicom tijesto se oblikuje bez odmaranja. Trajni slatki kolač, slično kao i medenjak, posjeduje čvrste korice i meku sredinu sa 10-14% vlage. Inače, poseban zahtijev u pogledu kvaliteta medenjaka i trajnog slatkog kolača je da se održi meka sredina proizvoda, u okviru roka upotrebe (koji je obično između 6 i 9 mjeseci). Ova grupa proizvoda je sklona isušivanju.

Oblikovanje, pečenje i hlađenje

Tijesto za kolač se može oblikovati istiskivanjem u pojedinačne kalupe ili se istovremeno oblikuje omotač od tijesta i jezgro od određenog punjenja (npr. marmelade), te formiraju paralelne trake koje se prije ili poslije pečenja režu na određenu dužinu. Poslije faze pečenja, finalni proizvod se vadi iz kalupa, ili se u određenim slučajevima i ne vadi, a potom hlađe prirodnim putem. Određene vrste se premazuju, prevlače ili ukrašavaju čokoladnim ili šećernim prelivom. Kao punilo kod proizvodnje trajnog slatkog kolača i medenjaka upotrebljava se marmelada. Sam proces plasiranja marmelade podrazumijeva upotrebu uređaja za zapreminske doziranje pod pritiskom koji se završava otvorom milimetarskog prečnika. Nakon pečenja, a tokom hlađenja i za vrijeme skladištenja plasirana količina marmelade uspostavlja odgovarajuću ravnotežnu vlagu proizvoda. Uslovi pečenja podrazumijevaju temperaturu grejnog prostora između 230 i 250 °C, u trajanju od 5 do 12 minuta. Poslije pečenja, gotovi proizvodi se istresaju iz kalupa (ako su pečeni u kalupima) ili ostavljaju na transportnim trakama i hlađe prirodnim putem (Gavrilović, 2003).

3.8. OCJENA KVALITETA

Koliko će neko preduzeće u prehrambenoj industriji biti ekonomski uspješno ovisi od njegove sposobnosti da poboljša kvalitet svojih proizvoda. Definicija kvaliteta nekog prehrambenog proizvoda je kompleksna, neovisno u koju kategoriju pripada, a sama suština je u težnji proizvođača da svoje poslovanje prilagode zahtjevima tržišta, i da dostignu kvalitet proizvoda za koji će kupac biti spremna platiti više od prosječne cijene. Da li će neki proizvod postići uspjeh zavisi od nivoa usaglašenosti kvaliteta ponuđenog proizvoda sa potrebama i očekivanjima potrošača, u datom vremenu i okruženju u kojem žive. Put do toga je prikupljanje informacija sa ciljnog tržišta, te njihova transformacija u parametre kvaliteta prehrambenog proizvoda (Grujić, 2015; Altamore i sar., 2018).

Intenzivan industrijski razvoj je doveo do toga da je u konstantnom porastu proizvodnja i ponuda različitih vrsta i kategorija prehrambenih proizvoda na tržištu. Naravno, istovremeno se pojačava i interesovanje potrošača za kvalitet proizvoda, u kontekstu principa pravilne ishrane (Grujić, 2015).

Tehnološki proces proizvodnje prehrambenih proizvoda je zapravo transformacija određenih sirovina u različite finalne proizvode, čiji kvalitet mora biti u skladu sa zahtjevima važećih zakonskih regulativa, ali i zahtjevima tržišta. Kvalitet nekog proizvoda definišu ukupna svojstva koja čine njegovu upotrebnu vrijednost. Dakle, kvalitet je definisan određenim pokazateljima koji su karakteristični za neki proizvod ili grupu proizvoda. Pokazatelji kvaliteta mogu se izraziti numerički ili opisno. Prema Žeželju (2005), kod prehrambenih proizvoda svi pokazatelji kvaliteta mogu se svrstati u pet grupa:

- zdravstvena ispravnost;
- senzorne ili fizičke karakteristike;
- nutritivna ili biološka vrijednosti;
- kvalitet pakovanja i prezentacije;
- komercijalno-tehnološke osobine koje podrazumijevaju trajnost proizvoda, pogodnost za čuvanje, stepen pripremljenosti i sl.

3.8.1. Ocjena kvaliteta hljeba

Za sve životne namirnice, pa tako i za hljeb, limitirajući faktor kvaliteta je zdravstvena ispravnost, ali od velikog značaja su senzorne i nutritivne karakteristike, dok su prezentacija i kvalitet pakovanja, te komercijalno tehnološke osobine bitnije za fine pekarske proizvode i konditorske proizvode (Žeželj, 2005).

Zdravstvena ispravnost podrazumijeva odsustvo za zdravlje štetnih materija u nekoj namirnici, tj. odsustvo različitih mikroorganizama i produkata njihovog metabolizma, ostataka zaštitnih sredstava (herbicida i pesticida), štetnih materija koje dospijevaju iz okruženja, ili eventualno materija koje se dodaju u proizvodnji, a koje mogu biti štetne (Kovačević, 2001). Zakonom o hrani (Službeni glasnik BiH, broj 50/04) i Pravilnikom o higijeni hrane (Službeni glasnik BiH, broj 4/13) propisani su generalni zahtjevi i pravila koji se odnose na hranu (posebno na higijenu, zdravstvenu ispravnost i kvalitet hrane, a obuhvataju sve faze proizvodnje, prerade, obrade i distribucije hrane), a koja moraju uvažiti proizvođači i lica koja se bave poslovanjem sa hranom.

Inače, hljeb spada u grupu bezbjednijih namirnica koje vrlo rijetko mogu da ugroze zdravlje potrošača. Pored bolesti „nitavost hljeba“, izazvane razvojem mikroorganizma *Bacillus subtilis* koji se unosi brašnom, hljeb može da se zarazi i poslije pečenja kada ga napadaju spore pljesni. Sa aspekta prisustva štetnih materija, treba obratiti pažnju na proizvode dobijene od cijelog zrna (najveći dio kontaminenata je smješten u površinskim dijelovima zrna, pa je neophodno te dijelove odstraniti) i proizvode sa većim učešćem aditiva (Žeželj, 2005).

Senzorne osobine potrošač svakodnevno ocjenjuje i na osnovu te procjene odlučuje da li će kupiti određeni proizvod ili ne. Većina senzornih, ili kako se često kaže organoleptičkih osobina, se registruje i ocjenjuje čulima čovjeka, ali se neki od pokazatelja kvaliteta mogu određivati instrumentalnim metodama. U osnovne senzorne i fizičke osobine spadaju: spoljni izgled, zapremina, mehaničke osobine, izgled i svojstva sredine, ukus, miris i boja.

Spoljni izgled je vrlo bitan, jer se na osnovu njega formira i prvi utisak o određenom proizvodu. S obzirom da hljeb može imati različite oblike, ocjena izgleda se veže za određen oblik. Kod slobodno pečenog hljeba, vrlo često se određuje odnos visine i širine. Izgled kore, boja kore i eventualne deformacije uglavnom se daju opisno (Žeželj, 2005). Hljeb u obliku vekne treba biti umjereno ovalnog oblika, sa blagim prelazom s donje na bočne strane hljeba. Kora hljeba treba biti optimalno tvrda i ravnomjerne debljine, bez pukotina. Boja kore (koja ne bi trebalo da bude ni bijedna ni tamna, odnosno može da se kreće u intervalu od zlatnožute do braon boje) i njena debljina su vrlo bitna svojstva jer su preduslov za fin ukus i aromu (Kovačević, 2001).

Zapremina hljeba je jedan od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta hljeba, preračunata na jedinicu mase brašna. Ukoliko je brašno kvalitetnije, uz optimalno vođenje tehnološkog procesa, i zapremina će biti veća. Veći volumen znači bolju poroznost sredine i bolju

svarljivost. Specifična zapremina hljeba se najčešće kreće u granicama 300-450 cm³ (Kovačević, 2001).

Pokazatelji **mehaničkih osobina** sredine hljeba su stišljivost i elastičnost, osobine koje su vrlo tjesno povezane sa izgledom sredine, i vezane su za oblik, veličinu i broj pora. Pore ne bi trebalo da su suviše krupne, ali ni previše sitne, ne bi trebalo da su izdužene ili zbijene. Idealan slučaj su okrugle pore, tankih zidova i pravilno raspoređene (Kovačević, 2001). Za detaljnije analize strukture i poroznosti mogu se upotrebjavati matematički modeli, ali u praktičnim uslovima koriste se ili opisne ocjene ili šabloni za poređenja (tablice po Dallmannu), ili uređaji tipa panimetra (stiskanje isječenog modela) ili penetrometra (penetracija isječenog uzorka) (Žeželj, 2005).

Pokazatelji senzornih karakteristika, kojima treba dati veliki značaj, su **ukus i miris ili aroma**, a pored njih svakako tu su još topivost i hrskavost, tj. prhkost. Ovi pokazatelji senzornih karakteristika se registruju ljudskim čulima koja, i pored ogromnog napretka u savremenoj analitičkoj tehnici, su unikatan i neprevaziđen „instrument“. Dakle, pored podataka koji se dobiju primjenom instrumentalne analitike, kompletna slika o senzornom kvalitetu se formira čulima (za ukus jezik, za miris nos, za topivost i hrskavost usna duplja) (Žeželj, 2005). Naučnici su ustanovili da preko 200 različitih jedinjenja, u raznim kombinacijama, daje ukus i aromu hljebu. Za pšenični hljeb je karakterističan blag i priјatan slatkasto-kiseli ukus (ne smije biti previše kiseo, prijesan, gorak, zagušljiv, pljesniv ili strani miris) (Kovačević, 2001).

Nutritivna ili biološka vrijednost određene namirnice se ocjenjuje na osnovu sadržaja hranljivih materija potrebnih u ishrani čovjeka. Smatra se da je namirnica biološki ili nutritivno vrijednija, što više zadovoljava potrebe ljudskog organizma. Imajući u vidu da na našim područjima hljeb je dosta zastupljen u ishrani, na važnosti dobija činjenica da hljeb treba da bude što veće nutritivne vrijednosti, odnosno da bude što kompletniji u smislu sadržaja makro i mikrokomponenata. Energetska vrijednost hljeba potiče od ugljenih hidrata, proteina i masti, odnosno od usvojivog dijela ovih hemijskih materija (Žeželj, 2005).

3.8.2. Ocjena kvaliteta tjestenina

Kod tjestenina svi kriterijumi kvaliteta mogu se svrstati u pet grupa (Bejarović, 2001; Škrobot, 2016):

- zdravstvena ispravnost tjestenine;
- kriteriji kvaliteta nekuvane tjestenine;
- kriteriji kvaliteta kuvane tjestenine;

- nutritivna ili biološka vrijednosti;
- komercijalno-tehnološke osobine tjestenine.

Kada je riječ o **zdravstvenoj ispravnosti**, prisustvo patogenih mikroorganizama nije dozvoljeno, niti u jednom prehrambenom proizvodu, a broj ukupnih mikroorganizama u tjestenini je ograničen. U proizvodnji tjestenina najveći problem je prisustvo patogenih mikroorganizama: *Salmonella*, *Escherichia coli* i stafilokoke. Da bi se eliminisali izvori kontaminacije, vrlo je bitno pooštiti higijenski režim, odnosno redovno obavljati: mikrobiološku kontrolu sirovina, kontrolu temperature emulzija, kontrolu lične higijene radnika, temeljno čišćenje mašina, prostorija, komora za sušenje, mikrobiološku kontrolu finalnog proizvoda. Dakle, visok stepen kontrole i higijene u proizvodnji i tehnologija proizvodnje tjestenina sa primjenom visokih temperatura sušenja ima pozitivan uticaj u sanitarnom pogledu. Sa aspekta zdravstvene ispravnosti, mora se voditi računa i da tjestenina nije zagađena insektima i izmetima glodara, i uopšte nečistoćama (Bejarović, 2001).

Kriteriji kvaliteta nekuvane tjestenine su: ujednačenost izgleda i boje površine, pravilan oblik, prirodna boja koja potiče od upotrebljenih sirovina i dodataka, izostanak slomljenih i ispucalih komada, odsustvo tamnih i bijelih pjega, izgled površine (odsustvo hrapavosti, brazdi, oštećenja ili nečistoća), elastičnost dugih oblika, prelom je staklast i čist (tjestenina puca na nekoliko komada) (Bejarović, 2001).

Kriteriji kvaliteta kuvane tjestenine podrazumijevaju: odgovarajuće vrijeme kuhanja, odgovarajuća količina apsorbovane vode, svojstven prijatan miris i ukus, odgovarajuća boja, odgovarajući nivo elastičnosti, odgovarajući stepen bubrenja, procenat raskuhavanja, određeni stepen čvrstoće i žvakljivosti, odsustvo površinske ljepljivosti (ne sljepjuje se u veliku masu) (Bejarović, 2001).

Posmatrano sa aspekta **nutritivne vrijednosti**, tjestenina predstavlja namirnicu male prehrambene vrijednosti, sa visokim sadržajem ugljenih hidrata (svarljivost 98%), određenim sadržajem proteina (sa deficitom esencijalnih aminokiselina lisina i metionina), vrlo niskim sadržajem masti, i deficitarnim sadržajem vitamina i mikroelemenata (Škrobot, 2016). Ugljeni hidrati prisutni u tjestenini su u lakosvarljivim oblicima, polako se usvajaju u organizmu i daju dugotrajniji osjećaj sitosti. Dakle, sa nutritivne tačke gledišta, kuvana tjestenina (proizvedena samo od krupice, bez dodatnih komponenti) ne može se smatrati kompletnim obrokom, već više kao polugotov proizvod koji se lako kombinuje sa različitim sosovima, mesom, sirom i sl. (Škrobot, 2016).

U **komercijalno-tehnološke osobine** tjestenine ubrajaju se: kvalitet pakovanja i deklaracija, standardizovan oblik i dužina, sadržaj vlage i kiselinski stepen prema važećoj

zakonskoj regulativi, sadržaj proteina, ugljenih hidrata i mineralnih materija, trajnost proizvoda (Bejarović, 2001).

3.8.3. Ocjena kvaliteta vafel proizvoda i trajnih kolača

Kvalitetna svojstva vafla

Vafel list se sastoji od dvije površine, sa dimenzijama bliskim veličini kalupa za pečenje, debljine od 2-5 mm. Obe površine su sa jasnim otiskom, odnosno odgovarajućom gravurom, bez sjaja su, sa ujednačenom svjetlijom ili tamnijom bojom, bez oštećenja uglova i ivica. Na prelomu i bočnim stranama vidljiva je struktura sa krupnim šupljinama koje zatvaraju tanki, čvrsti i porozni slojevi. Vafel list je jače ili slabije savitljiv, na ravnom ili neravnom prelomu je krt, lomljiv, manje ili više trošan. Karakteriše ga neutralan miris i ukus. Prilikom žvakanja je čvrst, oistar, suv, hrskav i sporo omekša. Vлага vafel lista je 3-4%, i s obzirom da je vrlo higroskopan zahtjeva pakovanje u funkcionalnu ambalažu. Vafel list ne smije da bude žilav, niti da dođe do raslojavanja, odnosno poprečnog razdvajanja i rasipanja u komadiće. Vafel list se najčešće koristi u proizvodnji vafla. Kvalitet vafla podrazumijeva kvalitetna svojstva vafel listova, ali i punjenja, odnosno premaza koji ravnomjerno pokriva površinu i čvrsto povezuje listove. Masa za punjenje treba da je dobro ohlađena i da ne prelazi vafel list i da nije istisnuta. Pri žvakanju, masno punjenje se otapa istovremeno sa omekšavanjem vafel lista i povećava sočnost proizvoda. Aromatičnost u slučaju vafla, dolazi od aroma masnog punjenja i preliva koji se upotrebljava. Vafla mogu da sadrže najviše do 2% vlage i njihova trajnost je do 9 mjeseci (Gavrilović, 2003).

Kvalitetna svojstva trajnih kolača

Vrste trajnog slatkog kolača su mnogobrojne i razlikuju se po kombinacijama sirovina u recepturi, vrstama upotrebljenih preliva i punjenja. Trajni kolači imaju površinu bez sjaja, pravilan karakterističan oblik za određeni proizvod (duguljast oblik, oblik pogačice, oblik srca i sl.), bez pukotina, oštećenja ili deformacija. Dakle, mogu biti različitog oblika, punjeni ili bez punjenja, ukrašeni čokoladnim ili drugim prelivima ili masama. Odlikuju se ujednačenom poroznom strukturu i mekom teksturom. Tokom žvakanja brzo omekšaju i posjeduju zaokruženu aromu. Ako su punjeni marmeladom, kao npr. štrudla sa voćnim punjenjem, uslijed migracije vode imaju sadržaj vlage do 12%, udio šećera oko 50% i trajnost do 6 mjeseci (Gavrilović, 2003).

Većina prethodno navedenih parametara kvaliteta se može određivati senzornim i instrumentalnim metodama.

3.8.4. Instrumentalni metodi ocjene kvaliteta

Instrumentalna određivanja su objektivna i reproduktivna, a prije svega tačna i brza, a njihova primjena omogućava sprovođenje velikog broja analiza tokom kraćeg ili dužeg vremenskog perioda. Kada je riječ o kvalitetu većine gotovih proizvoda, uopšteno je prihvaćeno da je jedan od najvažnijih kriterijuma u procjeni kvaliteta baziran na **ocjeni teksturnih svojstava** (Škrobot, 2016). Tekstura je funkcionalni i senzorni pokazatelj strukturnih, mehaničkih i površinskih osobina hrane, identifikovan kroz čulnu percepciju (vizuelna, taktilna, zvučna i kinestetička) (Szczesniak, 2002). Bez obzira što tekstura kao senzorna osobina se može u potpunosti analizirati jedino primjenom ljudskih čula, neminovan pravac u ispitivanju teksture postaje razvoj objektivnih metoda uz primjenu instrumenata, sa ciljem uštede vremena i novca. Instrumentalna mjerena, ukoliko su profesionalno i brižljivo izvedena, pružaju mogućnost da se mjerena ponove u istim uslovima, a numerički podaci koji se dobiju su lakši za obradu i za poređenja. Ali jedna od bitnih prednosti u upotrebljavanju instrumentalnih metoda je njihova visoka osjetljivost, što nam omogućava raspoznavanje uzorka sa malim kvalitetnim razlikama. Međutim, kako je bitno rezultate instrumentalnih mjerena dovesti u vezu sa rezultatima senzorne ocjene, jer vrijednosti očitane sa instrumenata imaju mali značaj za razumijevanje i procjenjivanje kvaliteta proizvoda bez povezanosti sa senzornom ocjenom (Škrobot, 2016).

Postoji veliki broj instrumenata za mjerjenje teksture različitih prehrabbenih proizvoda, ali sa zajedničkim principom baziranim na mjerenu deformacije uzorka koja nastaje uslijed neposrednog kontakta uzorka hrane sa odgovarajućim nastavkom instrumenta. Obično veličina deformacije ili otpor koji uzorak pruža predstavlja pokazatelj teksture analiziranog uzorka. Većina instrumenata za mjerjenje teksture se sastoji od: sonde (ostvaruje neposredan kontakt sa uzorkom i prenos sile), postolja (pridržavanje i bolje fiksiranje uzorka), mjerne ćelije (detektuje i mjeri deformaciju), sistema za očitavanje rezultata. U okviru testova koji se koriste za potrebe analize teksturnih svojstava mogu se primjenjivati sile kompresije, smicanja, rasjecanja, rastegljivosti/istezanja, savijanja, adhezije ili kombinacija ovih sila, a sve u zavisnosti od vrste namirnice koja se ispituje (Škrobot, 2016). Istraživači iz The General Foods Corporation Technical Center su napravili test u kome se kompresija hrane obavlja dvaput, sa recipročnim kretanjem, i na taj način imitira proces žvakanja, odnosno kretanja vilica (TPA test). Na osnovu rezultata obavljenog testa dobija se kriva sile – vrijeme, na osnovu koje se izvode brojne vrijednosti za svojstva teksture. Uzorak standardnog oblika i

veličine „jednog zalogaja“ se postavi na osnovnu ploču, a potom dva puta komprimuje i dekomprimuje uz pomoć pokretne ploče spojene sa pogonskim sistemom (Pestorić, 2011).

Boja je vrlo bitna osobina i prva opažajna karakteristika hrane, i vrlo često jedan od predodređujućih faktora u njenoj kupovini. Ova kompleksna osobina se može definisati kao sposobnost materije da određene elektromagnetne talase apsorbuje, dok druge reflektuje ili propušta. Sistemi za definisanje boje su nastali zbog potrebe za klasifikacijom boja cijelog skupa spektra, te mogućnosti preciznog vrednovanja razlike među bojama. Postoje tri grupe sistema za definisanje boje, ali najčešće korišten sistem boja u prehrambenoj industriji je CIEL a* b* sistem. U okviru pomenutog sistema boja se definiše preko L*, a* i b* vrijednosti. L* govori koliko je uzorak taman ili svijetao, sa vrijednostima od 0 do 100 (od crne ka bijeloj boji). Parametri a* i b* su parametri hromatičnosti, odnosno a* se odnosi na udio crvene ili zelene boje, dok b* govori o udjelu žute ili plave boje. Da bi se izrazile razlike u boji, vrlo često se koristi veličina ΔE koja govori o veličini nastale razlike (Jaros i Rohm, 2001):

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

Razlika u boji se može definisati kao ona koja nije uočljiva ljudskim okom (ako je $\Delta E^* < 1$), nije značajna za ljudsko oko (ako je $1 < \Delta E^* < 3$) ili je razlika uočljiva ljudskim okom (ako je $\Delta E^* > 3$) (Francis i Clydesdale, 1975). U okviru novijih istraživanja (Schläpfer, 2002) zagovaraju se preciznije definisane granice u vidljivosti postojećih razlika u boji, odnosno razlika se ne vidi ljudskim okom kada je $\Delta E^* < 0,2$, razlika u boji se ne primjećuje ljudskim okom ako je $\Delta E^* = 0,2-1$, razlika u boji može da se primjeti ljudskim okom kada je $\Delta E^* = 1-3$, razlika u boji se fino vidi ljudskim okom ako je $\Delta E^* = 3-6$, i razlika je očigledna kada je $\Delta E^* > 6$.

3.8.5. Senzorna analiza prehrambenih proizvoda

Senzorna analiza je naučna disciplina koja se koristi za identifikovanje, mjerjenje, analizu i interpretaciju, tj. tumačenje reakcija, koje nastaju kao rezultat djelovanja određenih sastojaka iz prehrambenog proizvoda na čulo vida, mirisa, ukusa, dodira i sluha (Stone i Sidel, 2004).

Ljudska čula se vijekovima upotrebljavaju za ocjenu kvaliteta namirnica, i svakodnevno donosimo zaključke o hrani koju jedemo ili pijemo. To je razlog zašto možemo senzornu analizu upotrebljavati kao dio kontrole kvaliteta i sirovina i gotovih proizvoda. Većinu osjećaja (kao kombinaciju biohemijских procesa, fizičkih i strukturnih promjena), koji se

javljaju tokom konzumacije hrane, gotovo je nemoguće izmjeriti pomoću instrumenata, ali ih je moguće registrovati, i to sa prilično velikom osjetljivošću, ljudskim čulima. Takođe, postojeće tehnike nikad u potpunosti ne mogu predvidjeti na koji način će određene senzorne osobine proizvoda uticati na prihvatljivost potrošača. Uzimajući to u obzir, hrana kao vrlo specifična i kompleksna cjelina, jedino se može okarakterisati kroz čulnu percepciju. Bez obzira što upotreba senzorskih testova uglavnom zahtijeva dosta vremena i može biti relativno skupa, povezivanje senzornih svojstava sa fizičkim i hemijskim osobinama analiziranog proizvoda, uzimajući u obzir i parametre procesa proizvodnje, obezbjeđuje vrlo važne podatke koji omogućavaju razvoj i kreiranje proizvoda sa optimalnim svojstvima (Škrobot, 2016).

Za senzornu ocjenu kvaliteta moguće je upotrebljavati različite standardne metode ili tehnike ispitivanja (objektivne ili subjektivne metode). Objektivni (analitički) testovi podrazumijevaju diskriminativne i deskriptivne testove (Škrobot, 2016).

Kod ocjene kvaliteta prehrambenih proizvoda, postoji ustanovljena procedura koja se mora poštovati: priprema uzoraka, serviranje uzoraka i analiza u kontrolisanim uslovima. Vrsta opreme koja će se koristiti za pripremu i serviranje zavisi od prirode proizvoda koji se analizira. Posuđe i pribor trebaju biti izrađeni od inertnih materijala (ne smiju posjedovati niti upijati mirise, te se lako održavati i čistiti). Uzorci moraju biti šifrirani i to uglavnom sa tri cifre, koje se ne ponavljaju u daljem šifriranju, a sva obilježja koja mogu eventualno biti uzrok pristrastnosti ili subjektivnosti se uklanjaju. Prije same ocjene, uzorak se predstavi ocjenjivačima i servira u obliku i stanju koje je najpogodnije za ocjenu. Sa ciljem smanjenja uticaja okoline na ocjenjivače, potrebno je da se osobe koje su angažovane za sprovođenje senzornih testova smjeste u ocjenjivačke boksove, koji imaju za osnovnu namjenu samostalan rad ocjenjivača (Grujić, 2015).

Selekcija ocjenjivača se vrši kroz nekoliko faza: prvo se provjerava zainteresovanost i na osnovu razgovora zaključuje da li je kandidat pogodan za angažman, potom se provjerava zdravstveno stanje kandidata i sposobnost da opiše sezorne karakteristike i da razlikuje ispitivane specifične osobine prehrambenog proizvoda, standardnom metodologijom (ISO 6658:2005 (E) Sensory analysis – Methodology – General guidance). Izbor pogodnog ocjenjivača, u zavisnosti od tipa proizvoda koji se ocjenjuje, se odnosi i na starosnu dob ocjenjivača, ravnopravnost polova i sl. Procedure i metode za izbor i obuku ispitanika propisane su odgovarajućim standardom ISO 8586-1:1993. Ocjenjivački panel u senzornoj analizi predstavlja stvarni „mjerni instrument“ i kvalitet rezultata analiza zavisi od kvaliteta rada angažovanih ocjenjivača (Grujić, 2015).

Deskriptivna senzorna analiza je jedna od komplikovanijih metoda ispitivanja, u kojoj se angažuje tim kvalifikovanih obučenih ocjenjivača, koji imaju zadatak da identifikuju i kvantitativno mjere intenzitet senzornih nadražaja nekoliko ili svih pet čula. Analizom svakog pojedinačnog svojstva i objedinjavanjem rezultata dobije se ukupni utisak o analiziranoj namirnici. Predmetna deskriptivna analiza je prilično skupa za svakodnevno provođenje, ali je ipak nezamjenjiva. Za deskriptivnu analizu angažuje se manji broj analitičara 4, 6 ili 10, a najviše 20-30, iako je poznato da veći broj ocjenjivača dovodi do preciznijih podataka. Za uspješnu realizaciju deskriptivne analize neophodno je formirati listu termina, odnosno riječi koje predstavljaju instrument za opis doživljenih utisaka u sklopu analize proizvoda. Tokom rada, ocjenjivači se smještaju u ocjenjivačke boksove, dobijaju testove, kao i upute u provođenju deskriptivne analize (Grujić, 2015).

4. EKSPERIMENTALNI DIO

4.1. MATERIJAL KORIŠTEN ZA REALIZOVANJE EKSPERIMENTA

Pšenica i brašno

Za potrebe izrade ove doktorske disertacije korištene su tri vrste **pšenice** dostupne na tržištu:

1. Pšenica sa lokaliteta Adony - Mađarska koja se koristi kao poboljšivač (uzorak 1),
2. Pšenica sa područja Vojvodine – Republika Srbija (uzorak 2),
3. Pšenica sa područja Lijevča polja - Republika Srpska (uzorak 6).

Uzorci pšenica su obezbjeđeni zahvaljujući preduzeću „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka, gdje je pšenica dopremljena kao mješavina različitih sorti nakon žetve 2016. godine, a grupisana je i kategorisana u određene silosne ćelije na osnovu sadržaja proteina, kvalitetne grupe i hektolitarske mase. Uzorak 1 je uzorkovan iz kompozitnog materijala sastavljenog od tri kamionska transporta pšenice sa lokaliteta Adony (Mađarska). Uzorak 2 je uzorkovan iz kompozitnog materijala sastavljenog od deset kamionskih transporta pšenice sa lokaliteta Vojvodine (Republika Srbija). Uzorak 6 je uzorkovan iz kompozitnog materijala sastavljenog od četiri kamionska transporta pšenice sa lokaliteta Lijevče polje (Republika Srpska). Uzorak 1 i uzorak 2 su miješani u odnosima 20:80 (uzorak 3), 30:70 (uzorak 4) i 40:60 (uzorak 5). Navedeni uzorci 3, 4, 5 i 6 su korišteni u proizvodnji **pšeničnog brašna** sa namjenom za proizvodnju pekarskih proizvoda, tjestenina i odabranih proizvoda srodnih keksu, u mlinu preduzeća „Žitoprodukt 2012“ d.o.o., Banja Luka. Tačnije rečeno, uzorci 3, 4 i 5 su se upotrebljavali u proizvodnji brašna tip 500 namijenjenog za pekarsku industriju, uzorak 5 se koristio u proizvodnji brašna namijenjenog za tjesteničarsku industriju, dok se uzorak 6 koristio da se proizvede brašno za izradu odabranih proizvoda srodnih keksu. Potom su analizirana proizvedena **tipska i namjenska brašna** (7 uzoraka), ali i **pasažna brašna** dobijena u okviru postavljenog dijagrama mljevenja (56 uzoraka). Na kraju, dobijena tipska i namjenska brašna, da bi smo utvrdili da li su u potpunosti zadovoljila zahtjeve kupaca, odnosno korisnika brašna u prehrambenoj industriji, korištena su u proizvodnji **hljeba** („Žitopeka“ d.o.o. Banja Luka), **tjestenina - makarona** („Italijana“ d.o.o. Banja Luka), **vafel proizvoda** („Mira“ a.d. Preduzeće za proizvodnju keksa i srodnih proizvoda, Prijedor) i **štrudlica** („Daž Aleksandrija nova“ d.o.o., Zvornik).

Sastojci hljeba

Za proizvodnju tri model **uzorka hljeba** (od različitih vrsta prethodno proizvedenog pšeničnog brašna tip 500 namjenjenog za pekarsku industriju), na osnovu plana realizovanja eksperimentalnog rada napravljen je proračun potrebne količine uzoraka za sva planirana ispitivanja kvaliteta, a nakon toga je napravljen proračun potrebne količine sastojaka, u odnosu na količinu brašna korištenog za izradu tijesta. Za proizvodnju uzoraka hljeba korištene su sljedeće sirovine i sastojci: uzorci brašna koja su predmet istraživanja, voda za piće iz sistema javnog vodosnabdijevanja, svježi kvasac („Lesaffre Adriatic“ d.o.o., Francuska), suncokretovo ulje („Bimal“, Brčko), šećer („Agragold“ d.o.o., Ljubljana), so (pakuje i jodira „So komerc plus“, Banja Luka), aditivi (namjenska komercijalna mješavina aditiva sastava: sredstvo protiv zgrudnjavanja E170, sredstvo za tretiranje brašna E300, pšenično brašno kao punilac, enzimi alfa amilaza, amiloglukozidaza, glukoza oksidaza, ksilaza i lipaza).

Tabela 12. Količine sastojaka korištene za proizvodnju model uzoraka hljeba

	Model uzorak 1 sa brašnom 1 (od uzorka 3 pšenice, odnos 20:80)		Model uzorak 2 sa brašnom 2 (od uzorka 4 pšenice, odnos 30:70)		Model uzorak 3 sa brašnom 3 (od uzorka 5 pšenice, odnos 40:60)	
	SASTOJAK	% *	g	% *	g	% *
Brašno	100,0	7500	100,0	7500	100,0	7500
Voda**	59,5	4462,5	61,0	4575	62,0	4650
Kvasac	3,0	225	3,0	225	3,0	225
So	2,0	150	2,0	150	2,0	150
Šećer	3,0	225	3,0	225	3,0	225
Aditivi	0,3	22,5	0,3	22,5	0,3	22,5
Ukupno		12585		12697,5		12772,5

* Potrebna količina sastojaka izražena je u odnosu na ukupnu količinu brašna potrebnu za izradu proizvoda

**Navedena količina vode je određena na osnovu moći upijanja vode brašna

Sastojci tjestenine

Za ispitivanje tehnološkog kvaliteta namjenskog brašna i njegove pogodnosti za proizvodnju **tjestenine**, napravljen je proračun potrebnih količina uzoraka makarona, pa u skladu s tim i proračun za potrebne količine sastojaka. U sklopu realizovanja eksperimentalnog rada u tjesteničarskoj industriji korištene su tri vrste namjenskog brašna: dva su eksperimentalna uzorka (krupičasto brašno E₁ i oštro brašno E₂ proizvedeno u „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka) i jedan je kontrolni uzorak (pšenična krupica K za

proizvodnju tjestenina „Žitopromet“ Ruma). Dobijena tjestenina (makaroni), u zavisnosti od upotrebljenog namjenskog brašna označeni su kao E₁, E₂ i K. Receptura za proizvodnju tjestenine – makarona je poslovna tajna, ali osnovni upotrebljeni sastojci su namjensko pšenično brašno i voda.

Sastojci vafel lista i vafel proizvoda s punjenjem od lješnika

U sklopu proizvodnje **vafel lista i vafel proizvoda s punjenjem od lješnika** (nugat kocke), sa ciljem ispitivanja kvaliteta namjenskog brašna za proizvodnju vafla, a u sklopu plana rada, napravljen je proračun za količine potrebnih sastojaka. Kao kontrolni uzorak, korišteni su vafel listovi i vafel proizvodi sa punjenjem od lješnika, kao proizvodi iste vrste i prirode, proizvedeni u istom proizvodnom pogonu, sa istom recepturom i istim tehnološkim procesom proizvodnje, samo sa razlikom u korištenom namjenskom brašnu. Kontrolni uzorak je proizведен sa namjenskim brašnom drugog proizvođača koji je dobro pozicioniran i cijenjen na tržištu, a koje se već određeni vremenski period upotrebljava u preduzeću „Mira“ a.d. Prijedor. Receptura za proizvodnju vafel listova i vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika je poslovna tajna, ali osnovni sastojci za proizvodnju vafel listova su: namjensko brašno, biljna mast, regulator kiselosti E500, so i voda, dok osnovni sastojci u proizvodnji nugat kreme (punjenje od lješnika) su: šećer, biljna mast, kakao prah smanjene masti, lješnici i arome.

Sastojci štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje

Za proizvodnju eksperimentalnih **štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje**, upotrebom proizvedenog namjenskog brašna za proizvodnju štrudlica, na osnovu plana eksperimentalnog rada, napravljen je proračun za potrebne količine uzoraka, u okviru svih planiranih ispitivanja, a nakon toga je napravljen proračun potrebnih količina sastojaka. Kao kontrolni uzorak, upotrebljene su štrudlice sa voćnim punjenjem od višnje, kao proizvod iste prirode i vrste, ali od drugog proizvođača koji je visoko pozicioniran i cijenjen na našem tržištu u Bosni i Hercegovini. Kontrolni uzorak je kupljen u maloprodajnom objektu i odabran sa rokom trajanja približnim proizvedenom eksperimentalnom uzorku. Analizirani uzorci štrudlica, kontrolni i eksperimentalni, imali su različitu veličinu, odnosno prosječnu masu pojedinačnih komada, koju određuje proizvođačka specifikacija. Odnos mase voćnog punjenja i tijesta je bio vrlo sličan, i to ih je činilo pogodnim za upoređivanje kvaliteta. Receptura za proizvodnju eksperimentalnog uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje je poslovna tajna, ali su korišteni sljedeći sastojci za izradu tijesta: proizvedeno namjensko

brašno za konditorsku industriju, šećer i invertni šećer, voda, margarin, svježa jaja, surutka u prahu, kukuruzni skrob, sredstva za dizanje tijesta E503 i E500, so, emulgator sojin lecitin E322, aroma, a za izradu voćnog punjenja: miješana marmelada (šećer, voćna kaša jabuka min. 10%, voćna kaša višnja min. 9%, regulator kiselosti limunska kiselina E330, sredstvo za želiranje pektin E440). U okviru proizvodnje kontrolnog uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje, prema deklaraciji upakovanog proizvoda, upotrebljeni su sljedeći sastojci: pšenično brašno, šećer, voda, margarin, jaja, ekstrakt ječmenog slada, surutka u prahu, obrano mljeku u prahu, kuhijska so, sredstva za dizanje tijesta E503 i E500, emulgator sojin lecitin E322, aroma, voćno punjenje višnja (šećer, voćna kaša višnja 16%, voćna kaša jabuka 15%, regulator kiselosti limunska kiselina E330).

4.2. METODE RADA

Laboratorijska ispitivanja realizovana su u laboratorijama Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci (Laboratorija za analizu namirnica, Laboratorija za instrumentalne analize, Laboratorija za senzornu analizu namirnica), Tehnološkog fakulteta u Zvorniku - Univerzitet Istočno Sarajevo, Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu i preduzeća „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka.

4.2.1. Ispitivanja kvaliteta pšenice

Određivanje zapreminske, absolutne mase, staklavosti i sedimentacione vrijednosti pšenice

Određivanje zapreminske mase pšenice je vršeno prema metodi ISO 7971-3:2009, određivanje apsolutne mase vršeno je prema metodi ISO 520:2010, dok je određivanje sedimentacione vrijednosti vršeno prema metodi ISO 5529:2007, te uz korištenje uredjaja Infratec 1241 Grain Analyzer, Foss Analytical AB, Hillerod, Denmark, a u skladu sa standardnim metodama propisanim važećim Pravilnikom o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Sl.list SFRJ, broj 74/88). Određivanje staklavosti pšenice je obavljeno metodom Kaluđerski i Filipović (1998.).

Analiza aminokiselinskog sadržaja pšenice

Ekstrakcija aminokiselina iz kompleksnog hemijskog sastava zrna pšenice je vršena koristeći 80% etanol i sedimentaciju rastvorenih proteina hloroformom (Grujić-Injac, 1962.).

Identifikacija aminokiselina je vršena koristeći hromatografski metod. Spektrofotometrijski metod je korišten da se utvrdi koncentracija identifikovanih aminokiselina. Ukupna koncentracija slobodnih aminokiselina i koncentracija za pojedinačne aminokiseline je određena pomoću standardne krive za prolin (Trajković i sar., 1983.).

4.2.2. Ispitivanja kvaliteta brašna

Organizacija eksperimentalnog rada u proizvodnji brašna

Eksperimentalni rad je realizovan kroz nekoliko etapa. Za eksperimentalna ispitivanja, osim polaznih uzoraka pšenice, korišteni su uzorci pasažnih i zbirnih vrsta brašna, proizvedeni u mlinu preduzeća „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka. Uzorci pasažnih i zbirnih brašna su uzeti sa različitih prolazišta u okviru faza krupljenja, rastvaranja okrajaka i griza, te mljevenja griza i osjevaka, u skladu sa postavljenim dijagramom mljevenja, postojećim iskustvom u industrijskoj praksi i zahtjevima u pogledu kvaliteta gotovog proizvoda od strane krajnjeg korisnika u prehrambenoj industriji. Pomenuti uzorci predstavljaju međuproizvode i gotove proizvode u tehnološkom postupku mljevenja pšenice.

Kratak prikaz tehnološkog postupka proizvodnje u industrijskom mlinu „Žitoprodukt 2012“ (100 t/24 h)

Odjeljenje pripreme pšenice za mljevenje

Priprema pšenice za mljevenje obavlja se u skladu sa uobičajenim dijagramom, gdje prvi korak podrazumijeva izdvajanje primjesa, pri čemu se koristi oprema za crno čišćenje pšenice: mlinski aspirator, magnetni separator i izdvajač kamena, s tim da je izostala separacija primjesa na trijeru. Potom slijedi jednostepeno vlaženje (pomoću homogenizatora za intenzivno kvašenje) i odležavanje pšenice (u komorama za odležavanje nakvašene pšenice). Pšenica se u homogenizatoru vlaži do sadržaja vode od 16,0%-16,8% (za pšenicu uzorka 6 sadržaj vlage od 15,5%-16,0%). Tako nakvašena pšenica se potom elevatorima prebacuje u komore za odležavanje, gdje odležava 15-18 sati. Poslije odležavanja, pšenica se usmjerava na bijelo čišćenje, na suvu vertikalnu četkalicu, te na provjetravanje vazdušnom strujom u aspiracionoj komori. Potom se pšenica upućuje na zamagljivač, koji zrnenoj masi dodaje oko 0,5% vode u obliku vodene magle. Zrnena masa odležava još 20 minuta u komori iznad I krupača i potom usmjerava u odjeljenje za mljevenje pšenice.

Odjeljenje mljevenja pšenice

Faza krupljenja ima pet prolazišta krupljenja. I i II krupljenje je jednostepeno („krupna“ strana), III i IV krupljenje je udvojeno, tj. imaju „krupnu“ i „sitnu“ stranu, dok V krupljenje ima samo „sitnu“ stranu. Faza usitnjavanja i rastvaranja ima jedno prolazište mljevenja

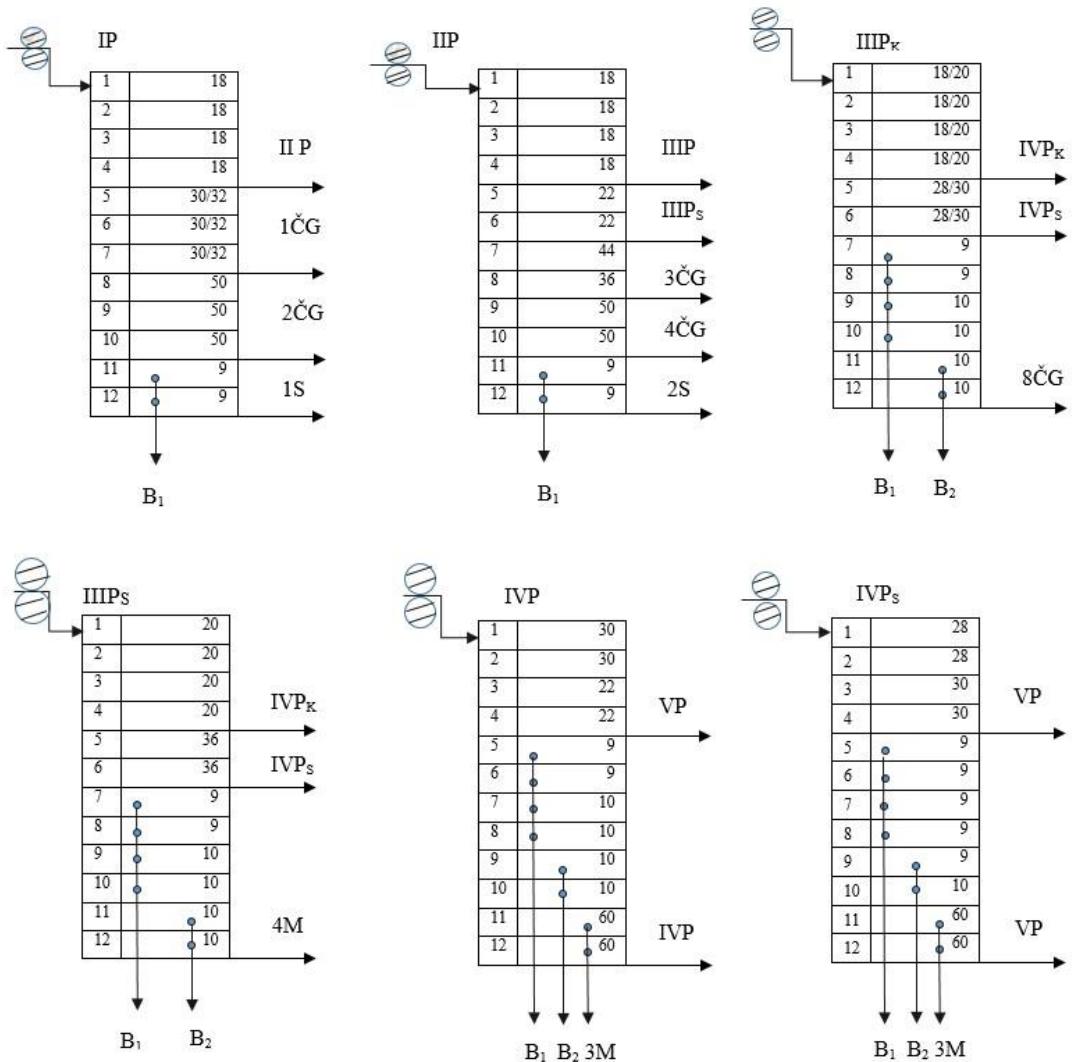
okrajaka (MO) i četiri prolazišta rastvaranja griza (1R-4R). Na kraju, faza izmeljavanja podrazumijeva 8 prolazišta mljevenja (izmeljavanja) griza i osjevaka (1M-8M). Prosijavanje mliva se obavlja na tri osmodjelna planska sita (S) sa sloganima koji se sastoje od 12 okvira, dok su za čišćenje griza upotrijebljene četiri dvostrukе čistilice griza (ČG) sa jednim redom sita s vibracionim mehanizmom.

Materijal za ispitivanje

U okviru eksperimentalnih istraživanja, kao pasažna brašna od najvećeg značaja za proizvodnju krajnjeg proizvoda, uzeti su uzorci pasažnih brašna sa I i II krupača (IP i IIP), drugog sortirer sita (2S), prvo i drugo brašno sa 1., 2., 3. i 4. prolazišta rastvaranja griza (1R-4R), prvo i drugo brašno sa 1. i 2. prolazišta mljevenja griza i osjevaka (1M-2M).

Od finalnih proizvoda uzeti su uzorci hljebnog brašna – pšeničnog brašna T-500 (brašno za pekarsku industriju), krupičasto i oštro brašno namijenjeno za tjesteničarsku industriju, te brašna namijenjena za konditorsku industriju (puder brašno namijenjeno za proizvodnju vafelistova i brašno za proizvodnju štrudlica). Tipsko brašno za pekarsku industriju je zapravo mješavina sljedećih odabranih pasažnih brašna: brašno sa I, II i III krupača, brašno sa 1., 2., 3. i 4. prolazišta rastvaranja griza, brašno sa 1. i 2. sortirer sita, brašno sa 1., 2., 3., 4. i 5. prolazišta izmeljavanja.

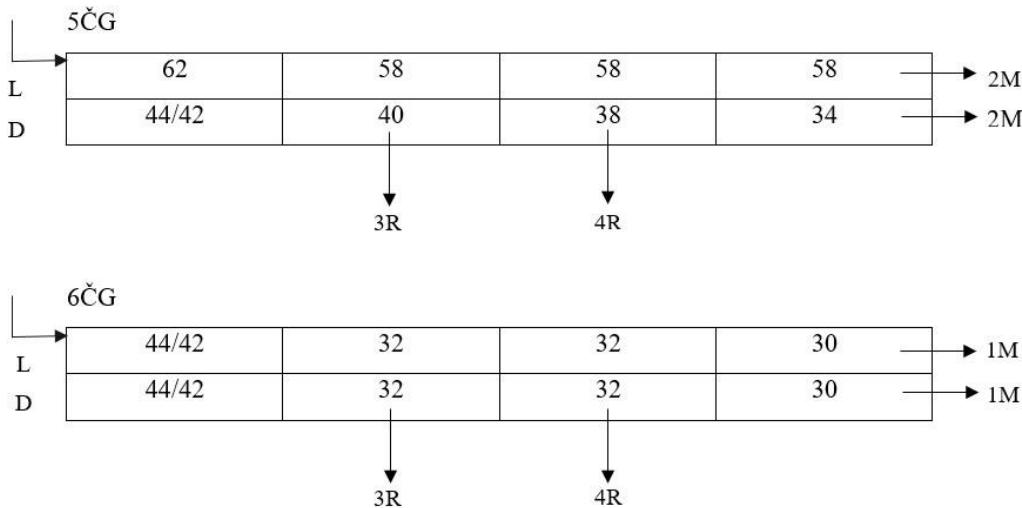
Kad je riječ o namjenskom brašnu za štrudlice, karakteriše ga proces proizvodnje i mješavina pasažnih brašna, koji su isti kao i za hljebno brašno T-500 (prethodno opisano), samo se koristila isključivo pšenica uzorka 6 i uz eventualne razlike koje su se odnosile na promjenu nekih tehnoloških parametara usitnjavanja (razmak između valjaka i specifično opterećenje valjaka) s obzirom na postavljene zahtjeve kvaliteta od strane klijenata. S druge strane, puder brašno namijenjeno za proizvodnju vafel listova se dobilo nakon čišćenja i razvrstavanja dospjelog materijala (griza i osjevaka) na 5. i 6. čistilicu griza (čistilice namijenjene za sitni griz), čiji propad se odveo na mlinski valjak 4R. U cilju proizvodnje pšeničnog brašna manjih veličina čestica pristupilo se „nižem vođenju“ mlinskih valjaka 4R, tj. smanjenju razmaka između para valjaka 4R. Za potrebe izdvajanja puder brašna sa namjenom za proizvodnju vafel listova, u matičnom situ kao presvlake za prosijavanje na okvirima sita korišteno je sintetičko vlakno numeričke oznake No.11.



Slika 6. Segment dijagrama mljevenja pšenice za prolazišta I, II, III i IV krupljenja u industrijskom mlinu

Oštro brašno namijenjeno za tjesteničarsku industriju se dobilo na sljedeći način: krupni i srednji griz kao izdvojene frakcije u odjeljenjima planskog sita sa I i II krupača se izdvaja i šalje na 1., 2., 3. i 4. čistilicu griza (čistilice namijenjene za obradu krupnog i sitnog griza), nakon toga propad sa pojedinih sejnih okvira se odvodi na mlinske valjke 1R i 2R, poslije čega odlazi na odjeljenja sita pomenutih valjaka - rastvarača, gdje se nakon razvrstavanja i odsijavanja materijala na prvom dijelu sloga okvira, oštro brašno izdvaja na drugom dijelu sloga okvira gdje su se kao presvlake za prosijavanje koristila sintetička vlakna numeričke oznake No.7. Krupičasto brašno namijenjeno za tjesteničarsku industriju se proizvelo na sljedeći način: poslije izdvajanja krupnog i srednjeg griza na odjeljenjima planskog sita I i II krupača, materijal se upućuje na 5. i 6. čistilicu griza, te propada kroz griz gazu numeričke

oznake No. 42 bez ostatka, dok kroz griz gazu No. 50 ne propada više od 10%. Time smo dobili krupičasto brašno željene granulacije, koje se izvodi kao finalni proizvod iz tehnološkog postupka.



Slika 7. Segment dijagrama mljevenja pšenice za 5. i 6. čistilicu griza gdje se izdvaja krupičasto brašno u industrijskom mlinu

Određivanje kiselinskog stepena brašna i veličine čestica

Određivanje kiselinskog stepena je vršeno prema metodi Kaluđerski i Filipović (1998.), a u skladu sa standardnom metodom propisanom važećim Pravilnikom o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Sl.list SFRJ, broj 74/88). Određivanje veličine čestica je vršeno prema metodi Kaluđerski i Filipović (1998.), uz korištenje Bühlerovog laboratorijskog sita model MLU-300.

4.2.3. Ispitivanja kvaliteta pšenice i brašna

Određivanje sadržaja vode, pepela, proteina, masti i skroba

Određivanje sadržaja vlage je vršeno prema metodi ISO 712:2009, određivanje sadržaja pepela (mineralnih materija) je vršeno prema metodi ISO 2171:2007, određivanje sadržaja proteina je vršeno prema metodi ISO 20483:2013, dok određivanje sadržaja masti je vršeno prema metodi ISO 7302:1982. Sva prethodno navedena određivanja su vršena prema metodama koje su u skladu sa standardnim metodama određivanja pojedinih materija propisanim važećim Pravilnikom o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i

hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Sl.list SFRJ, broj 74/88). Određivanje sadržaja skroba je vršeno prema metodi Kaluđerski i Filipović (1998.). Određivanje sadržaja vlage i proteina obavljeno je i metodom bliske infracrvene spektroskopije NIR (Infratec 1241 Grain Analyzer, Foss Analytical AB, Hillerod, Denmark).

Određivanje farinografskih pokazatelja kvaliteta

Ispitivanjima na farinografu (C.W. Brabender, Duisburg, Germany), sa mjesilicom za 300 g, dobijeni su podaci o količini vode koju treba dodati brašnu tokom zamjesa da bi se formiralo tijesto optimalne konzistencije, o ponašanju brašna tokom zamjesa i performansama pečenja. Sa krive (farinograma) dobijeni su podaci: moć upijanja vode (WA (%)), razvoj tijesta (DDT (min)), stabilitet tijesta (Stab (min)), kvalitetni broj (QN), kvalitetna grupa (QG) i stepen omekšanja tijesta (SD (BJ)) (Kaluđerski i Filipović, 1998; ICC Standard No115).

Određivanje ekstenzografskih pokazatelja kvaliteta

Ispitivanjima na ekstenzografu (C.W. Brabender, Duisburg, Germany), prikupljene su informacije o ponašanju tijesta u toku njegove mehaničke obrade, mjerjenjem otpora koje tijesto pruža silama rastezanja, a dobijeni pokazatelji su: otpor (R), rastegljivost (Ex), energija (E) i odnos otpora prema rastegljivosti (R/Ex) (ICC Standard No 114).

Određivanje amilografskih pokazatelja kvaliteta

Uz pomoć uređaja amilografa (C.W. Brabender, Duisburg, Germany), vršeno je ispitivanje amilolitičke aktivnosti brašna kontinuiranim praćenjem viskoziteta suspenzije voda-brašno, pri podešavanju temperature od 25 °C do 96 °C određenom brzinom. Sa amilografske krive očitan je maksimalni viskozitet (PV (AJ)) (ICC Standard 126).

Sadržaj glutena i gluten indeks

Određivanje sadržaja glutena i gluten indeks je vršeno prema metodi ISO 21415-2:2006 i 21415-4:2006, te koristeći Glutomatic system Perten Instruments, Model CF2015.

4.2.4. Ispitivanja kvaliteta hljeba

Probno pečenje hljeba u industrijskim uslovima

Da bi se ispitala prihvatljivost kvaliteta tipskog pšeničnog brašna za proizvodnju hljeba, izvršena je proizvodnja i pečenje hljeba u industrijskim uslovima. Za probno pečenje korištena je tehnologija proizvođača u okviru koje je tijesto pripremljeno zamjesom sastojaka po recepturi u brzohodnoj mjesilici do optimalne konzistencije tijesta (u tekstu koji slijedi predstavljena je okvirno tehnologija proizvodnje, radi zaštite tehnologije proizvođača). U mjesilici je tijesto ostavljeno da fermentira, uz jedno premjesivanje. Potom slijedi dijeljenje

tijesta i okruglo oblikovanje na radnim stolovima, te intermedijarna fermentacija, gdje su okrugli tjesteni komadi ostavljeni na stolovima da odmaraju 10 minuta. Slijedi završno oblikovanje i stavljanje u metalne kalupe dimenzija: gornji otvor = 260 x 100 mm, dno = 250 x 95 i visina = 90 mm, a potom završna fermentacija u komorama, gdje se temperatura održava od 35-40 °C, a relativna vlažnost vazduha oko 80%. Nakon pečenja i hlađenja, uzorci hljeba su mašinski sječeni na šnité pravilnog oblika i upakovani u prozirnu foliju namijenjenu za pakovanje hrane, označeni i skladišteni na sobnoj temperaturi do analize. Za ispitivanja i ocjenu kvaliteta hljeba korištene su: hemijske metode analize, instrumentalne metode analize i senzorne metode analize.

Hemijske analize hljeba

Sa ciljem ispitivanja osnovnog hemijskog sastava pripremljenog proizvoda (usitnjenog i homogenizovanog) određen je sadržaj: vode, proteina, pepela, NaCl-a, masti i skroba standardnim metodama propisanima važećim Pravilnikom o metodama uzimanja uzorka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Sl.list SFRJ, broj 74/88). Hemijska analiza je obuhvatala tri prosječna homogena uzorka, pri čemu su rađene po tri paralelne probe. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija.

Instrumentalne analize

Tekstura sredine hljeba određena je 24 sata poslije pečenja pomoću Texture Analyzer TA-XTplus (Stable Microsystems, Surrey, UK), Texture Expert software i pomoću aluminijumske ploče za kompresiju SMS P/75. Od svakog uzorka hljeba isječene su dvije kriške debljine 25 mm, iz kojih je zatim izvađen komad prečnika 35 mm (iz sredine kriške). Ti komadi su potom sabijani do 75% od njegove originalne visine, metodom dvostrukog sabijanja, pri brzini sabijanja od 1 mm/s i pauzom od 5 s između dvije kompresije. Iz dobijenog TPA grafikona računski su dobijeni sljedeći pokazatelji: čvrstoća, elastičnost, adhezivnost, kohezivnost, gumastost, žvakljivost i otpor.

Boja gornje površine kore i sredine hljeba je određena u deset ponavljanja, upotrebom kolorimetra Konica Minolta CM260d (Konica Minolta Sensing INC., Japan), a dobijeni rezultati su prikazani u skladu sa CIELab sistemom boja (L^* - vrijednost koja označava svjetloću boje, a^* - vrijednost koja označava udio crvene, odnosno zelene boje, b^* - vrijednost koja označava udio žute, odnosno plave boje).

Senzorna ocjena kvaliteta hljeba

Za ocjenjivanje uzorka hljeba koristila se u okviru deskriptivne metode senzorne analize metoda bodovanja, gdje su ocjenjivači koristili odgovarajuće uputstvo za senzornu

ocjenu odabranih senzornih svojstava, koje sadrži opis za svaki parametar kvaliteta i odgovarajuće ocjene od 5 (za očekivani kvalitet) do 1 (za neprihvatljiv kvalitet) (Prilog 3). Da bi se istakla važnost pojedinih odabranih senzornih svojstava kvaliteta proizvoda, u odnosu na ostale posmatrane pokazatelje, korisnom se pokazala upotreba koeficijenta važnosti. Prilikom formiranja ocjenjivačkog lista, dodjeljeni su numerički koeficijenti važnosti: najveći koeficijent važnosti dat je za ukus kore i sredine (5), dok je najmanji dat za spoljašnji izgled i miris kore i sredine (3) (Prilog 2). Pojedinačne vrijednosti koeficijenta važnosti su raspoređene da njihov zbir iznosi 20. Ocjene koje su dodjeljene za pojedina svojstva se množe sa pripadajućim koeficijentom važnosti, što na kraju daje korigovanu ocjenu. Zbir korigovanih ocjena se iskazuje procentom i naziva se „Procenat od maksimalno mogućeg kvaliteta“, na osnovu kojeg se vrši vrednovanje nivoa kvaliteta bijelog hljeba (Prilog 4). Odabir osobina za senzorsko profilisanje, kao i priprema uputstva za rad, prethodno je utvrđeno od strane vođe panela ocjenjivača, uvezši u obzir važeći Pravilnik (Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta, Sl.list SFRJ, broj 74/88), odgovarajuće standarde ISO 13299:2003 Sensory analysis – Methodology – General guidance for establishing a sensory profile, ISO 11035:1994 Sensory analysis – Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach i ISO 4121:2003 Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales, te literaturne podatke (Pestorić i sar., 2008; Nwosu i sar., 2014; Grujić, 2015).

Za senzornu analizu angažovana su 22 obučena ocjenjivača, odabrana prema propisanoj proceduri, koristeći anketne listiće za izbor kandidata (Prilog 1), te u skladu sa standardom ISO 8586-1:1993 Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors, koji su prošli odgovarajuću obuku i uvježbavanje za rad. Ocjenjivači su regrutovani iz redova studenata i nastavnog osoblja Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci i podijeljeni su u četiri grupe. Takođe, bitno je spomenuti da su prethodno upoznati sa prirodom proizvoda, sa metodologijom, ali i sa ciljem ispitivanja, kao što je i predviđeno standardom ISO 6658:2005 Sensory analysis – Methodology – General guidance.

Sama senzorna analiza model uzoraka hljeba, proizvedenih u toku realizovanja eksperimentalnog dijela ovog istraživanja, vršena je 12 sati nakon pečenja, a u postupku ocjene korišten je sljedeći pribor (prilikom pripreme uzoraka i ocjenjivanja): tanjiri, folija sa numerisanim oznakama, čaša sa vodom za ispiranje usta, tegla za ispljuvак, salveta, olovka i ocjenjivački list sa uputstvom.

4.2.5. Ispitivanja kvaliteta tjestenine – makarona

Probna proizvodnja u industrijskim uslovima

Da bi se ispitala prihvatljivost kvaliteta namjenskog pšeničnog brašna za proizvodnju tjestenine, odabrana vrsta tjestenine – makaroni su proizvedeni u industrijskim uslovima, u preduzeću „Italiana“ d.o.o. Banja Luka, korištenjem mašine za proizvodnju tjestenina Italplast Parma, Italia. Homogenizacija pripremljenog prosijanog brašna odvijala se u predmješaču ekstrudera 2-3 minuta. Zamjes tijesta je počeo dodatkom temperirane vode na 35°C, pripremljenom namjenskom brašnu, sa ukupnim trajanjem od 15 minuta, sa ciljem da se omogući potpuna hidratacija čestica brašna. Na izlazu puža ekstrudera, montirana je teflonska matrica sa adekvatnim otvorima i nožem koji omogućavaju dobijanje odgovarajućeg oblika karakterističnog za makarone. Dakle, nakon zamjesa slijedi sabijanje u presi, oblikovanje (sa brzinom istiskivanja cca 6 mm/sec) i sječenje na dužinu (cca 2,5-3 cm), kako bi se dobio konačni oblik tjestenine – makaron. Nakon sječenja, pojedinačni komadi tjestenine su prikupljeni na prihvativim perforiranim ramovima, i izloženi predsušenju strujanjem toplog vazduha, koje je obezbjeđivao ventilator postavljen ispod ramova, sa ciljem sprječavanja sljepljivanja. Nakon toga, komadi tjestenine se upućuju na sušenje, prvo kroz protočni tunel, a potom i komoru za sušenje (na 50°C tokom 12-13 sati, sa korištenjem automatskog moda).

Za ispitivanja i ocjenu kvaliteta tjestenine - makarona korištene su: hemijske metode analize, instrumentalne metode analize i senzorne metode analize.

Hemijske analize i određivanje fizičkih osobina tjestenine

Osnovni hemijski sastav nekuvane tjestenine je određen korištenjem metoda propisanih važećim Pravilnikom (Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta Sl.list SFRJ, broj 74/88), te autorima Kaluđerski i Filipović (1998): sadržaj vode, proteina (konverzionalni faktor za azot 6,25), skroba, masti, sirove celuloze, soli, pepela, šećera, kiselinski stepen. Dobijeni rezultati su srednja vrijednost tri mjerena \pm standardna devijacija.

U sklopu određivanja parametara kvaliteta kuvane tjestenine, makarone su kuvane u skladu sa uputstvom autora Kaluđerski i Filipović (1998), a potom je vršeno određivanje optimalnog vremena kuvanja, određivanje povećanja zapremine makarona pri kuvanju i određivanje procenta raskuvavanja makarona.

Instrumentalne analize

Teksturna svojstva nekuvanih uzoraka makarona određena su pomoću analizatora teksture Texture Analyzer TA-XTplus (Stable Microsystems, Surrey, UK), uz primjenu mjerne ćelije opterećenja od 5 kg. Mjerenja tekturnih osobina navedenim instrumentom vrše se uspostavljanjem neposrednog kontakta uzorka tjestenine i odgovarajuće sonde, pri čemu se na osnovu veličine deformacije uzorka ili otpora koji uzorak pruža dobija krajnji rezultat (sila u funkciji vremena ili deformacije). Tvrdoća uzorka je određena po proceduri proizvođača uređaja, uz pomoć sonde aluminijumskog valjka za kompresiju P/75 (Jalgaonkar i Jha, 2016), sa postavljenim parametrima: mjerenje sile kompresijom (return to start), brzina sonde prije testa 4 mm/s, brzina sonde tokom testa 4 mm/s, brzina sonde nakon testa 10 mm/s, distanca 50 mm, sila okidanja 5 g. Dobijeni rezultati su srednja vrijednost deset mjerenja. Tvrdoća (čvrstoća) uzorka određena je kao maksimalna sila/otpor pri lomu uzorka i izražena je u gramima (g) ili N (Altan i Maskan, 2004).

Boja sušene i kuvane tjestenine je određena u deset ponavljanja, upotrebom kolorimetra Konica Minolta CM260d (Konica Minolta Sensing INC., Japan), pri čemu je boja kuvane tjestenine određena 10 minuta nakon kuvanja. Dobijeni rezultati su prikazani u skladu sa CIELab sistemom boja (L^* - vrijednost koja označava svjetloću boje, gdje 0 označava crno a 100 bijelo; a^* - vrijednost koja označava udio crvene, odnosno zelene boje, gdje $a^* > 0$ označava crvenu, a $a^* < 0$ označava zelenu boju; b^* - vrijednost koja označava udio žute, odnosno plave boje, gdje $b^* > 0$ označava žutu boju i $b^* < 0$ označava plavu boju). Rezultati su izraženi kao razlika u boji (ΔE) između kontrolne tjestenine i eksperimentalne tjestenine, računato prema sljedećoj formuli (Gallegos-Infante i sar., 2010):

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

Gdje je: $\Delta L = L_{\text{uzorka}} - L_{\text{kontrol}}$

$$\Delta a = a_{\text{uzorka}} - a_{\text{kontrol}}$$

$$\Delta b = b_{\text{uzorka}} - b_{\text{kontrol}}$$

Razlike u boji se potom posmatraju prema definisanim granicama u vidljivosti ljudskim okom (Schläpher, 2002).

Senzorna ocjena kvaliteta tjestenine – makarona

Za ispitivanje i upoređivanje odabranih senzornih osobina uzoraka tjestenine – makarona, korištena je deskriptivna senzorna analiza, odnosno upotrijebljena je metoda bodovanja. U sklopu senzorne analize, ocjenjivači su koristili ocjenjivački list (Prilog 8), i uputstvo za tehniku ocjenjivanja i senzornu ocjenu odabranih senzornih osobina (Prilog 9 i 10). Uputstvo se sastoji od opisa svakog pojedinačnog parametra kvaliteta i pripadajuće

ocjene od 5 (za očekivani kvalitet) do 1 (neprihvatljiv nivo kvaliteta sa jasno izraženom greškom), sa mogućnošću korištenja među-bodova nižeg nivoa.

Izbor osobina za senzorno profilisanje proizvedenih uzoraka makarona, kao i priprema uputstva za rad, je urađeno od strane vođe panela ocjenjivača, uzimajući u obzir odgovarajuće standarde ISO 13299:2003 Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile i ISO 11035:1994 Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach, te literaturne podatke (Pestorić, 2011; Sicignano, 2015; Grujić, 2015; Škrobot 2016).

Senzorna ocjena je sprovedena u Laboratoriji za senzornu analizu namirnica Tehnološkog fakulteta koja je opremljena u skladu sa odgovarajućim standardom (ISO 8589:2007 Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms), i gdje su kontrolisani uslovi temperature, vlage, mirisa i buke. Dvadeset ocjenjivača je angažovano u senzornoj ocjeni, nakon provjere i obuke (Prilog 1), i to iz redova nastavnog osoblja i studenata Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, a u skladu sa standardom ISO 8586-1:1993 Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors. Ocjenjivači su upoznati sa prirodom proizvoda, sa načinom rada i ciljem ispitivanja, a radili su u odvojenim sesijama od po četiri grupe. Do momenta analize, uzorci makarona su skladišteni na sobnoj temperaturi, upakovani u originalnu ambalažu. Prilikom pripreme uzoraka i u toku senzornog ocjenjivanja korišten je sljedeći pribor: posuda za kuvanje tjestenine, cjedilo za tjesteninu, plastične šoljice za serviranje uzoraka tjestenine, čaša sa vodom za ispiranje usta, tegla za ispljuvак, salveta, olovka i ocjenjivački list sa uputstvom.

Za realizaciju senzorne analize tjestenine – makarona, planirano je da se ocjenjivačima prvo serviraju uzorci nekuvane tjestenine, i to u redoslijedu kontrolni uzorak K, eksperimentalni E₁ i potom eksperimentalni E₂. Uzorci su servirani u plastičnim posudicama koje su označene sa različitim trocifrenim brojevima, u skladu sa uobičajenom procedurom, po deset komada nekuvanih makarona u svakoj posudi. Nakon senzorne analize uzoraka nekuvane tjestenine, ocjenjivačima su servirani uzorci kuvane tjestenine istim redoslijedom kao i kod nekuvane. Postupak kuwanja tjestenine je izvršen u skladu sa uputstvom Kaluđerski i Filipović (1998). Kuvana tjestenina (5 do 10 komada) servira se u bijele plastične posudice, opet označene različitim trocifrenim brojevima. Distribucija uzoraka kuvanih makarona je izvršena u roku od 15 minuta od momenta završenog ispiranja i cjeđenja, da bi svaki uzorak bio svježe pripremljen i topao.

4.2.6. Ispitivanja kvaliteta vafel proizvoda

Probno pečenje vafel listova i proizvodnja u industrijskim uslovima

Da bi se ispitala prihvatljivost kvaliteta proizvedenog namjenskog pšeničnog brašna za proizvodnju vafel listova, u industrijskim uslovima je izvršena proizvodnja vafel listova i vafel proizvoda. Tehnološki proces proizvodnje vafel lista i vafel proizvoda sa nugat punjenjem, u industrijskim uslovima (u tekstu koji slijedi predstavljena je okvirno tehnologija proizvodnje, radi zaštite tehnologije proizvođača), podrazumijeva sljedeće tehnološke operacije: priprema sirovina (prosijavanje i doziranje brašna, rastvaranje i doziranje praškastih sastojaka, doziranje otpoljene biljne masti i doziranje vode), zamjes pripremljenih sirovina u mješaču koji traje 2-3 minuta, transport u spremnik za tijesto (uzimanje uzoraka i cijedenje kroz sito), pečenje (doziranje tijesta na zagrijane donje dijelove kalupa, zatvaranje kalupa gornjim dijelom da bi se pritiskom tijesta razlilo u vrlo tanak vafel list, vrijeme pečenja 1-2 minuta), hlađenje (prirodno, kretanjem kroz vazduh, u trajanju 3-4 minuta), filovanje (premazivanje vafel listova nugat kremom, četiri čitava vafel lista se filuju sa tri sloja), hlađenje (cijela nafilovana ploča se hlađi u kanalu za hlađenje, na temperaturi 5-7 °C), rezanje i pakovanje (mala pakovanja od 38 g koja se potom stavljuju u veliko zbirno kartonsko pakovanje koje sadrži 24 mala pakovanja).

Za ispitivanja i ocjenu kvaliteta vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika (nugat punjenje) korištene su: hemijske metode analize i senzorne metode analize.

Hemijske analize vafel proizvoda

Tokom proizvodnje vafel lista, uzeti su uzorci tijesta iz spremnika za tijesto i ispitana njihova pH vrijednost i specifična težina, standardnim metodama propisanim važećim Pravilnikom. Ispitivanja osnovnog hemijskog sastava usitnjjenog i homogenizovanog proizvoda su podrazumijevala određivanje sadržaja: vode, proteina, pepela, NaCl-a, masti i šećera, standardnim metodama propisanima važećim Pravilnikom o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Sl.list SFRJ, broj 74/88). Hemijska analiza je obuhvatala tri prosječna homogena uzorka, pri čemu su rađene po tri paralelne probe. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija.

Senzorna ocjena kvaliteta vafel proizvoda

Sa ciljem primjene deskriptivne metode senzorne analize, odnosno senzornog ocjenjivanja uzoraka vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika – nugat kocke, koristila se metoda bodovanja. U sklopu metode bodovanja, ocjenjivači su upotrebjavali ocjenjivački list

(Prilog 6), kao i uputstvo za senzornu ocjenu odabranih senzornih osobina (Prilog 7). Uputstvo sadrži opis za svaki parametar kvaliteta i adekvatnu ocjenu od 5 (za očekivani kvalitet) do 1 (neprihvatljiv nivo kvaliteta sa jasno izraženom greškom), uz mogućnost korištenja među-bodova nižeg nivoa. Izbor osobina za senzorno profilisanje proizvedenih uzoraka vafel proizvoda, kao i priprema uputstva za rad, je urađeno od strane vođe panela ocjenjivača, uzimajući u obzir odgovarajuće standarde ISO 13299:2003 Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile i ISO 11035:1994 Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach, Pravilnik o ocjenjivanju kvaliteta konditorskih proizvoda (Novosadski Sajam, 2015), te literaturne podatke (Fortuna i sar., 2003; Pajin, 2009; Jambrec i sar., 2012; Grujić, 2015).

Tokom senzornog ocjenjivanja učestvovalo je 20 ocjenjivača (obučeni i provjereni – Prilog 1), i to nastavno osoblje i studenti Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, u skladu sa standardom ISO 8586-1:1993 Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors, koji su bili podijeljeni u četiri grupe. Do ispitivanja, uzorci vafel proizvoda su skladišteni na sobnoj temperaturi, upakovani u svoju originalnu ambalažu. U sklopu pripreme uzoraka i ocjenjivanja, korišten je sljedeći pribor: tanjiri, folija sa numerisanim oznakama – šiframa, čaša sa vodom za ispiranje usta, tegla za ispljuvac, salveta, olovka i ocjenjivački list sa uputstvom.

Takođe, senzorno ocjenjivanje metodom bodovanja je vršeno u preduzeću „Mira“ a.d. Prijedor, u sklopu standardnog proizvodnog procesa, odnosno ocjene gotovog proizvoda. Ocjenjivanje su vršili obučeni ocjenjivači iz prethodno navedenog preduzeća, a odabrane senzorne osobine koje su predmet ocjene su: vanjski izgled, unutrašnja svojstva, miris, ukus i pakovanje.

4.2.7. Ispitivanja kvaliteta trajnog kolača - štrudlica

Probno pečenje štrudlica u industrijskim uslovima

Da bi se ispitala prihvatljivost kvaliteta proizvedenog namjenskog pšeničnog brašna za proizvodnju štrudlica sa voćnim punjenjem, organizovana je i realizovana proizvodnja u industrijskim uslovima. Tehnološki proces proizvodnje eksperimentalnih uzoraka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje, u industrijskim uslovima (u tekstu koji slijedi predstavljena je okvirno tehnologija proizvodnje, radi zaštite tehnologije proizvođača), podrazumijeva sljedeće tehnološke operacije: odmjeravanje sirovina prema postavljenim normativima, izrada

šlag mase (miješanje margarina, šećera u prahu, surutke i arome u planetarnom mikseru 5-10 minuta), izrada tijesta (miješanje pripremljene mase sa invertom, jajima i lecitinom, potom dodavanje sredstava za narastanje i soli rastvorene u vodi, a naknadno se dodaje brašno i skrob; mijesanje se vrši u „Z“ mješaču 6-10 minuta), obrada tijesta (ekstrudiranje tijesta na ekstruderu i plasiranje marmelade pomoću pumpe za marmeladu), pečenje u tunelskoj peći, sječenje, hlađenje na transporterima i pakovanje (radnici ručno ubacuju i zatvaraju proizvod upakovani u kadice u komercijalnu kutiju).

Za ispitivanja i ocjenu kvaliteta štrudlica korištene su: hemijske metode analize i senzorne metode analize.

Hemijske analize štrudlica

U okviru ispitivanja osnovnog hemijskog sastava pripremljenog proizvoda (usitnjeno i homogenizovanog) određen je sadržaj: vode, proteina, pepela, NaCl-a, masti, skroba, šećera i celuloze, standardnim metodama propisanima važećim Pravilnikom o metodama uzimanja uzorka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Sl.list SFRJ, broj 74/88). Hemijska analiza je obuhvatala tri prosječna homogena uzorka, pri čemu su rađene po tri paralelne probe. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija.

Senzorna ocjena kvaliteta štrudlica

U cilju senzornog ocjenjivanja uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višje koristila se u okviru deskriptivne metode senzorne analize metoda bodovanja, gdje su ocjenjivači koristili ocjenjivački list sa integriranim uputstvom za senzornu ocjenu odabralih senzornih svojstava, koje sadrži opis za svaki parametar kvaliteta i odgovarajuće ocjene od 5 (za očekivani kvalitet) do 1 (neprihvatljiv nivo kvaliteta sa jasno izraženom greškom) (Prilog 5), uz mogućnost korištenja među-bodova nižeg nivoa, čime se deset puta uvećava preciznost korištene skale. Odabir osobina za senzorsko profilisanje, kao i priprema uputstva za rad, prethodno je utvrđeno od strane vođe panela ocjenjivača, uvezvi u obzir odgovarajuće standarde ISO 13299:2003 Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile i ISO 11035:1994 Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach, Pravilnik o ocjenjivanju kvaliteta konditorskih proizvoda (Novosadski Sajam, 2015), te literaturne podatke (Pajin, 2009; Jambrec i sar., 2012; Grujić, 2015).

Za senzornu analizu angažovano je 25 obučenih i provjerenih ocjenjivača (Prilog 1), i to nastavno osoblje i studenti Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci u skladu sa standardom ISO 8586-1:1993 Sensory analysis-general guidance for the selection, training

and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors, koji su podijeljeni u 5 grupa po 5 ocjenjivača. Ocjenjivači su prethodno upoznati sa prirodom proizvoda, sa metodologijom i sa ciljem ispitivanja. Sama senzorna analiza uzoraka štrudlica je provedena u toku prve polovine roka trajnosti proizvoda. Do ispitivanja, uzorci štrudlica su skladišteni na sobnoj temperaturi, upakovani u originalnu ambalažu (plastične kadice u zatvorenoj celofanskoj foliji i u kartonskoj kutiji). U postupku senzorne analize štrudlica, odnosno u sklopu pripreme uzoraka i ocjenjivanja, korišten je sljedeći pribor: tanjiri, folija sa numerisanim oznakama – šiframa, čaša sa vodom za ispiranje usta, tegla za ispljuvак, salveta, olovka i ocjenjivački list sa uputstvom.

4.2.8. Statistička obrada dobijenih rezultata

Statistička obrada dobijenih podataka urađena je primjenom računarskog programa IBM SPSS Statistics 26.0 (Armonk, NY, USA). Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina \pm standardna devijacija. Značajnost razlika između aritmetičkih sredina je određena analizom varijanse sa jednom nezavisno promjenjivom (One Way ANOVA) i višestrukog testa intervala Tukey post-hoc test, te LSD post hoc test i izražena sa 95% vjerovatnoće ($p<0,05$). Sa ciljem utvrđivanja postojanja korelace ione veze između određenih parametara kvaliteta urađena je korelaciona analiza.

4.3. REZULTATI I DISKUSIJA

4.3.1. Rezultati ispitivanja kvaliteta pšenice i diskusija

Tabela 13. Fizički i hemijski pokazatelji kvaliteta pšenice

	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Fizički pokazatelji kvaliteta						
Hektolitarska masa (kg/hL)	86,3 ^b ± 0,09	86,2 ^b ± 0,19	86,1 ^b ± 0,15	86,2 ^b ± 0,08	86,2 ^b ± 0,10	82,8 ^a ± 0,09
Apsolutna masa (g) izraženo na s.m.	42,28 ^e ± 0,03	36,30 ^b ± 0,05	37,12 ^c ± 0,02	37,43 ^c ± 0,03	38,29 ^d ± 0,18	34,89 ^a ± 0,22
Staklavost (%)	67,3 ^d ± 2,05	51,7 ^b ± 0,47	53,3 ^b ± 0,94	55,3 ^{bc} ± 1,25	59,3 ^c ± 1,25	33,3 ^a ± 1,25
Hemijski pokazatelji kvaliteta						
Sadržaj vlage (%)	10,38 ^a ± 0,13	10,29 ^a ± 0,04	10,33 ^a ± 0,05	10,46 ^a ± 0,03	10,45 ^a ± 0,04	10,90 ^b ± 0,06
Sadržaj pepela (%)	1,50 ^a ± 0,03	1,69 ^b ± 0,05	1,53 ^a ± 0,01	1,52 ^a ± 0,03	1,47 ^a ± 0,01	1,45 ^a ± 0,01
Sadržaj pepela na s.m. (%)	1,68 ^a ± 0,03	1,88 ^b ± 0,06	1,71 ^a ± 0,01	1,69 ^a ± 0,03	1,64 ^a ± 0,01	1,63 ^a ± 0,01
Sadržaj masti (%)	2,05 ^b ± 0,02	1,84 ^a ± 0,04	1,83 ^a ± 0,09	1,74 ^a ± 0,05	1,83 ^a ± 0,05	2,17 ^b ± 0,03
Sadržaj masti na s.m. (%)	2,29 ^b ± 0,02	2,05 ^a ± 0,04	2,04 ^a ± 0,09	1,94 ^a ± 0,05	2,04 ^a ± 0,05	2,44 ^b ± 0,03
Sadržaj proteina (%)	14,65 ^c ± 0,41	11,96 ^a ± 0,17	12,68 ^b ± 0,02	12,70 ^b ± 0,04	13,00 ^b ± 0,08	11,66 ^a ± 0,03
Sadržaj proteina na s.m. (%)	16,35 ^c ± 0,42	13,33 ^a ± 0,17	14,14 ^b ± 0,02	14,18 ^b ± 0,04	14,52 ^b ± 0,09	13,09 ^a ± 0,03
Sadržaj skroba (%)	57,91 ^a ± 0,05	62,94 ^c ± 0,64	62,7 ^{bc} ± 0,47	62,76 ^{bc} ± 0,1	62,66 ^{bc} ± 0,27	61,07 ^b ± 0,90
Sadržaj skroba na s.m. (%)	64,62 ^a ± 0,05	70,15 ^b ± 0,64	69,93 ^b ± 0,47	70,09 ^b ± 0,10	69,97 ^b ± 0,27	68,54 ^b ± 0,90
Sedimentaciona vrijednost (Zeleny test) (ml)	65,0 ^d ± 0,41	44,7 ^b ± 0,22	45,8 ^b ± 0,54	50,9 ^c ± 0,09	51,2 ^c ± 0,12	37,1 ^a ± 0,61
Gluten indeks (%)	96,3 ^e ± 0,17	78,5 ^a ± 0,39	91,2 ^d ± 0,45	88,6 ^c ± 0,60	88,6 ^c ± 0,17	83,3 ^b ± 0,05
Vlažni gluten (%)	30,2 ^e ± 0,05	24,5 ^b ± 0,14	24,0 ^a ± 0,05	25,7 ^c ± 0,05	26,4 ^d ± 0,09	23,7 ^a ± 0,12
Suvi gluten (%)	10,03 ^d ± 0,12	9,2 ^c ± 0,08	8,4 ^b ± 0,05	8,6 ^b ± 0,05	9,0 ^c ± 0,05	7,8 ^a ± 0,05

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3). Hektolitarska masa – preračunato na 13% vlage. ^{a-e} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoću ($p<0,05$). Podaci za sedimentacionu vrijednost su dobijeni korištenjem uređaja Infratec 1241 Grain Analyzer.

Napomena: Polazni uzorci pšenice 1 i 2, koji su se koristili za miješanje i pripremu uzoraka 3, 4 i 5 (u odnosima 20:80 za formiranje uzorka 3, 30:70 za formiranje uzorka 4, te 40:60 za formiranje uzorka 5) uzorkovani su iz silosnih čelija, kao i uzorak pšenice 6. Uzorci pšenice 3, 4 i 5 su uzorkovani nakon faze miješanja, gdje su se upotrebljavali zapreminske dozatori

(koji su najjednostavnije konstrukcije, ali im je nedostatak što nisu dovoljno precizni) i sabirni pužni transporter, u industrijskim uslovima. Inače, zrnena masa je heterogen sistem koji se sastoji od zrna, različitih vrsta nečistoća i međuzrnenog prostora. Zrna se mogu posmatrati kao anizotropni sistem sa kompleksnom strukturom i različitim svojstvima (Žeželj, 1995). Dakle, treba imati na umu činjenicu da sadržaj vlage i hemijski sastav u pojedinačnim zrnima može da varira, tako da se zrna sa različitim karakteristikama mogu pronaći u zrnenoj masi. Zbog specifičnosti strukture i heterogenosti zrnene mase i frakcija zrna, moguća je pojava manjih odstupanja od očekivanog hemijskog sastava u mješavinama, odnosno uzorcima pšenice 3, 4 i 5.

Posmatrani uzorci pšenice su zadovoljili kao mlinarske sirovine, sa vrijednošću hektolitarske mase preko 76 kg/hL (tabela 13), koja je prema Owens-u (2001) donja granica kvaliteta pšenice za ljudsku ishranu, a u skladu je i sa važećim zakonskim propisima, odnosno važećim odredbama Pravilnika o kvalitetu žita, mlinских i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta (Službeni list SFRJ, broj 53/83). Takođe je u skladu sa literaturnim podacima za hektolitarsku masu (Tulse i sar., 2014); u saglasnosti je prema autoru Žeželju (1995) koji kao referentnu vrijednost uzima 78 kg/hL; te zadovoljava i prema autorima Kaluđerski i Filipović (1998), gdje se prema JUS standardima propisuju minimalni uslovi kvaliteta za pšenicu za hektolitarsku masu od 74 kg/hL. Rezultati jednofaktorske analize varijanse ukazuju na činjenicu da su razlike u hektolitarskoj masi statistički značajne ($p < 0,05$) između analiziranih uzoraka pšenice (tabela 13). Uzorak 1 i 2, te njihove smješe (uzorak 3, 4 i 5), ne pokazuju statistički značajne razlike u vrijednosti hektolitarske mase, dok uzorak 6 ima nižu vrijednost (statistički se značajno razlikuje od ostalih analiziranih uzoraka), odnosno lošiji kvalitet u odnosu na ostale upoređivane uzorkе, prema rezultatima LSD i Tukey post hoc testova.

Apsolutna masa (masa 1000 zrna) analiziranih uzorka pšenice (tabela 13) se kretala u granicama koje propisuje Kovačević i Rastija (2014), odnosno između 33-45 g. Takođe, prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998), odnosno prema JUS standardu za kvalitet durum pšenice kao sirovine za mlinsku industriju, masa 1000 zrna treba da bude minimalno 35 g, a posmatrani uzorci su u skladu sa tim, izuzev uzorka 6 koji je na granici. Prema Žeželju (1995), apsolutna masa kod pšenice se kreće u širokim granicama od 20 do 50 g, te posmatrani uzorci pripadaju tom intervalu. Prema studiji autora Amir i sar. (2020), provedenoj na pet različitih sorti pšenica, rezultati za apsolutnu masu su se kretali u rasponu od 36,0 do 49,3 g, i vrijednosti za posmatrani parametar u našem istraživanju su bile u tom intervalu, osim uzorka 6 čija vrijednost mase 1000 zrna je bila ispod pomenutog raspona vrijednosti. Vrijednosti apsolutne mase posmatranih uzoraka se statistički značajno razlikuju prema rezultatima jednofaktorske analize varijanse ($F(5,12) = 18,907, p < 0,05$), izuzev kod uzoraka 3 i 4 između kojih ne postoji značajna razlika (u skladu sa Tukey post hoc testom).

LSD post hoc test pokazuje da pojedinačno analizirano između posmatranih vrsta pšenica pojavljuju se statistički značajne razlike kod svih uzoraka u apsolutnoj masi pšenice.

Staklavost se kretala u širokim granicama od 33,3 do 67,3% (tabela 13), i u zavisnosti od uzorka vidljivo je da je u vezi sa količinom proteina tj. kvalitetnom grupom pšenice. Staklava zrna su obično tvrđa i imaju veći sadržaj proteina u odnosu na brašnava zrna (Warechowska i sar., 2013). Prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998), odnosno JUS standardu, sadržaj potpuno staklavih zrna pšenice, ali za durum pšenicu, treba da je minimum 60%, i taj uslov zadovoljava samo uzorak 1. Staklavost pšenica sa naših područja, prema različitim literaturnim podacima, se kreće u širokom intervalu od 14,7 do 91,5% (Prpa, 2004), u zavisnosti od mnogobrojnih faktora, i svih šest posmatranih uzoraka, sa aspekta staklavosti pšenice je u tim granicama. Vrijednosti staklavosti posmatranih uzoraka se statistički značajno razlikuju prema rezultatima analize varijanse ($F(5,12) = 153,302$, $p < 0,05$) (tabela 13). Tukey test ukazuje na činjenicu da razlike u staklavosti 2 i 3 uzorka nisu statistički značajne, dok LSD test pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika između uzorka 2 i 3, kao i između uzorka 3 i 4. U svim ostalim slučajevima razlike koje se pojavljuju u staklavosti su statistički značajne ($p < 0,05$).

U odnosu na hemijski sastav cijelog zrna pšenice prema Žeželju (1995), sadržaj proteina, skroba, masti i pepela (računato na s.m.), u ispitivanim uzorcima pšenica (tabela 13), se kretao u predviđenim granicama, sa izuzetkom sadržaja proteina u uzorku 1 koji je iznad gornje granice, i sadržaj masti kod uzorka 4 koji je ispod donje granice. Takođe, ispitivane koncentracije hemijskih materija su bile u skladu sa referentnim intervalima dostupne literature (Pena, 2004.; FlourPedia, 2017; Vissers i sar., 2019). Sadržaj vlage je u skladu sa literaturnim podacima, kao i važećim zakonskim propisima. Rezultati analize varijanse pokazuju da se između analiziranih uzoraka pšenice pojavljuju statistički značajne razlike u sadržaju vlage ($F(5,12) = 21,025$, $p < 0,05$). Prema rezultatima Tukey post hoc testa uzorak 6 pšenice ima sadržaj vlage koji se statistički značajno razlikuje u odnosu na preostale uzorke (koji se međusobno posmatrano statistički ne razlikuju u sadržaju vlage), kao rezultat uslova primarne proizvodnje, obrade i skladištenja pšenice. LSD post hoc test takođe pokazuje da uzorak 6 pšenice ima statistički značajno veći sadržaj vlage u odnosu na ostale analizirane uzorke. Prema istom testu uzorak 2 pšenice ima statistički značajno ($p < 0,05$) različit sadržaj vlage u odnosu na uzorke 4, 5 i 6.

Kada je riječ o sadržaju pepela, rezultati analize varijanse ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između posmatranih uzoraka ($F(5,12) = 17,519$, $p < 0,05$).

Rezultati post hoc testova (Tukey i LSD) pokazuju da uzorak 2 pšenice ima statistički značajno veći sadržaj pepela, u odnosu na ostale analizirane uzorke pšenice.

Rezultati jednofaktorske analize varijanse ukazuju da između analiziranih uzoraka pšenice postoje statistički značajne razlike u sadržaju masti ($F(5,12) = 22,944$, $p < 0,05$). Posmatrajući rezultate Tukey i LSD testa, sadržaj masti uzorka 1 i 6 se međusobno statistički ne razlikuju, ali se razlikuju u odnosu na ostale analizirane uzorke.

U okviru istraživanja autora Kovačević i Rastija (2014), ustanovljene su različite **vrijednosti sadržaja proteina** za analizirane sorte pšenice, koje pripadaju različitim kvalitetnim grupama prema pomenutom hemijskom parametru, a koje su klasificirane kako slijedi: vrlo dobar kvalitet sa sadržajem proteina $>13\%$, prosječan kvalitet ako je sadržaj proteina u rasponu 12-13 % i nizak kvalitet ako je sadržaj proteina $<12\%$. U skladu sa navedenom klasifikacijom, može se konstatovati da uzorci 2 i 6 imaju nizak sadržaj proteina, uzorci 3, 4 i 5 prosječan sadržaj proteina, dok samo uzorak 1 ima vrlo dobar sadržaj proteina. Sadržaj proteina se kretao u granicama od 11,66-14,65% u analiziranim uzorcima pšenice (tabela 13). Slični rezultati su prijavljeni od strane autora Asim i sar. (2018), u čijem istraživanju sadržaj proteina je varirao u granicama od 8-15% za Pakistanske sorte pšenica. Vrijednosti za sadržaj proteina i skroba se statistički značajno razlikuju u okviru analiziranih uzoraka, u skladu sa rezultatima analize varijanse ($F(5,12) = 63,099$, $p = 0,000$ i $F(5,12) = 30,338$, $p = 0,000$).

Inače, prema kvalitetu zrna izvršena je podjela na tri grupe pšeničnih sorti: poboljšivači, hljebne sorte i osnovne sorte. Poboljšivači su visokokvalitetne sorte koje se miješaju sa manje kvalitetnim kako bi smo dobili brašno zadovoljavajućeg kvaliteta, i odlikuje ih vrlo dobar sadržaj proteina visoke kvalitete, te elastičan i rastegljiv gluten. Pekarske sorte pšenica su srednje kvalitetne sorte sa prosječnom količinom proteina dobre ili visoke kvalitete, sa nešto nižom elastičnošću glutena, ali daju hljeb dobre kvalitete bez miješanja sa poboljšivačem. Osnovne sorte pšenice su nekvalitetne sorte, sa aspekta pekarstva, odlikuju se niskim sadržajem proteina, glutenom male elastičnosti i na kraju hljebom slabe kvalitete (Kovačević i Rastija, 2014).

Osim količine proteina vrlo je važan i njihov kvalitet, koji se može ocijeniti određivanjem sedimentacijske vrijednosti (Zeleny test). U uzorcima pšenice koji su ispitani u toku realizovanja eksperimentalnog dijela ovog istraživanja, ustanovljena je najveća sedimentaciona vrijednost kod uzorka 1, najmanja kod uzorka 6, a kod uzorka 3, 4 i 5 raste proporcionalno sa procentualnim učešćem pšenice 1 u smješi sa pšenicom 2. Moguće je, u skladu sa JUS standardom (JUS E.B1.200 i 200/1) kategorisati pšenicu u zavisnosti od

sedimentacione vrednosti u tri klase kvaliteta. Prema navedenom standardu, a prema sedimentacionoj vrijednosti, ispitivani uzorci 1, 2, 3, 4 i 5 se svrstavaju u I klasu kvaliteta, a uzorak 6 pripada II klasi kvaliteta. Kada je riječ o sadržaju vlažnog glutena, prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998), gluten kod uzorka 1 se označava kao vrlo dobar, gluten kod uzorka 2, 3, 4 i 5 se označava kao dobar, dok kod uzorka 6 je zadovoljavajući. Prema autorima Oikonomou i sar. (2015), kvalitet glutena je slab ako je GI (gluten indeks) $< 30\%$, normalan ako je $GI = 30-80\%$, i jak ako je $GI > 80\%$, i u korelaciji je sa varijablama jačine proteina. Prema prethodno navedenoj podjeli, kvalitet glutena uzorka 1, 3, 4, 5 i 6 je jak, dok je kvalitet glutena uzorka 2 normalan.

Dobijeni rezultati za sedimentacionu vrijednost, gluten indeks, suvi gluten i vlažni gluten (tabela 13), svih šest uzorka pšenice, su u saglasnosti sa istraživanjima Živančeva (2014), čije su se granice za sedimentacionu vrijednost kretale od 13,8-64,2 ml, za gluten indeks 78-100 %, za suvi gluten 6-14% i za vlažni gluten 18,9-40% (istraživanja su rađena na 16 sorti pšenice, tri uzastopne godine). Na osnovu rezultata analize varijanse, posmatrani uzorci se značajno statistički razlikuju ($p<0,05$), posmatrano u smislu sedimentacione vrijednosti, te parametara glutena.

Komparacijom dobijenih rezultata primjećuje se značajno povećanje vrijednosti apsolutne mase, staklavosti, sadržaja proteina i glutena u mješavinama, tj. uzorcima 3, 4 i 5, u odnosu na uzorak 2 koji je „slabija“ komponenta smješe. Uzorak 6 je pšenica sa aspekta fizičkih i hemijskih parametara najnižeg kvaliteta, ali kao takva se može koristiti za proizvodnju namjenskog brašna za proizvodnju odabralih proizvoda srodnih keksu.

Tabela 14. Reološki pokazatelji kvaliteta pšenice

	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Reološki pokazatelji kvaliteta						
Farinografski pokazatelji						
Moć upijanja vode (%)	64,7 ^d ±0,17	62,3 ^b ±0,14	62,2 ^b ±0,05	64,0 ^c ±0,09	64,0 ^c ±0,05	61,4 ^a ±0,33
Razvoj tjestesa (min)	3,5 ^d ± 0,08	2,0 ^b ± 0,05	2,0 ^b ± 0,05	2,1 ^b ± 0,05	2,3 ^c ± 0,09	1,8 ^a ± 0,09
Stabilitet tjestesa (min)	3,7 ^b ± 0,16	0,6 ^a ± 0,21	0,7 ^a ± 0,12	0,8 ^a ± 0,09	0,9 ^a ± 0,12	0,6 ^a ± 0,05
Stepen omekšavanja (FJ)	20 ^a ± 1,70	65 ^c ± 0,47	64 ^c ± 0,82	43 ^b ± 1,70	42 ^b ± 0,47	125 ^d ± 1,25
Kvalitetni broj	84,2 ^e ±0,09	62,4 ^b ± 0,12	62,5 ^b ± 0,28	63,8 ^c ± 0,28	65,4 ^d ± 0,22	44,8 ^a ± 0,12
Kvalitetna grupa	A ₂	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	C ₁
Ekstenzografski pokazatelji						
Otpor (EJ)	410 ^c ± 8,16	320 ^b ± 21,6	330 ^b ± 14,14	370 ^{bc} ± 32,66	400 ^c ± 16,3	250 ^a ± 8,16
Rastegljivost (mm)	212 ^c ± 5,66	160 ^a ± 4,32	165 ^a ± 4,97	167 ^a ± 2,83	181 ^b ± 1,63	172 ^{ab} ± 2,16
Odnosni broj O/R	1,9 ^b ± 0,02	2,0 ^b ± 0,10	2,0 ^b ± 0,04	2,2 ^b ± 0,24	2,2 ^b ± 0,08	1,4 ^a ± 0,08
Otpor maks. (EJ)	860 ^e ± 10,8	465 ^b ± 14,14	560 ^c ± 18,7	590 ^c ± 14,14	740 ^d ± 7,07	340 ^a ± 4,08
Energija (cm ²)	228 ^f ± 5,35	93 ^b ± 1,63	117 ^c ± 2,16	126 ^d ± 2,16	168 ^e ± 2,83	80 ^a ± 0,82
Amilografski pokazatelji						
Maks. viskozitet (AJ)	549 ^b ± 5,72	653 ^d ± 4,50	650 ^d ± 8,29	648 ^d ± 5,72	631 ^c ± 1,41	514 ^a ± 2,16

Ekstenzogram je dobijen nakon 90 minuta odmaranja tjestesa. Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3.) ^{a-f} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Moć upijanja vode, kod ispitivanih uzoraka pšenice pokazuje određene razlike (tabela 14), i u saglasnosti je sa rezultatima farinografskih ispitivanja hljebnih pšenica za pet sorti pšenice u toku 2010. godine, gdje se moć upijanja vode kretala u granicama 59,7-66,4% (Janković, 2016). Takođe je u saglasnosti i sa rezultatima ispitivanja 20 sorti pšenice koje je proveo autor Hruškova sa saradnicima (2006), gdje je ustavljeno da se moć upijanja vode kretala u intervalu od 48,2-66,4%. Prema Žeželju (1995), vrijeme potrebno da se dostigne

maksimalna konzistencija naziva se vrijeme razvoja ili naprsto razvoj, koji je kod kvalitetnog brašna, odnosno pšenice, duži, a kod slabog brašna ili pšenice kraći. U skladu s tim, razvoj tijesta je najduži kod uzorka 1 (najkvalitetnija pšenica), povećava se kod uzoraka 3, 4 i 5 (posmatrano u odnosu na uzorak 2 koji je pšenica lošijeg kvaliteta), i najkraći kod uzorka 6 (tabela 14). Vrijeme razvoja, prema istraživanjima autora Aydogan i saradnici (2015), kod sorti hljebnih pšenica se kretalo u rasponu od 1,35 do 12,17 minuta. Sa tim podacima u saglasnosti su i rezultati razvoja ispitivanih uzoraka (svih šest uzoraka su unutar navedenih granica), ali s obzirom da su bliže donjoj granici, odnosno kraće je vrijeme razvoja možemo konstatovati da su slabiji uzorci pšenica u odnosu na prosjek ispitivanih pšenica autora Aydogan-a. Prema Žeželju (1995) i Wang i sar. (2002), dostignuta maksimalna konzistencija traje duže (kod kvalitetnog brašna ili pšenice) ili kraće vrijeme (kod slabog brašna ili pšenice). Tako je stabilitet tijesta najduži kod uzorka 1, a opet najkraći kod uzoraka 2 i 6 (tabela 14). Aydogan i saradnici (2015) su pronašli u svojim eksperimentima da se stabilitet tijesta kretao u granicama 0,5-16,11 minuta za različite sorte pšenica, sa prosječnom vrijednošću 3,55 minuta. Uzorak 1 ima vrijednost stabiliteta tijesta u skladu sa tom prosječnom vrijednošću, dok ostali uzorci su ispod prosječne vrijednosti, ali u granicama za različite sorte pšenica. Prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998) stepen omekšanja je pad otpora nakon 15 minuta koliko traje zamjes i kod jakih brašna je vrlo mali, dok kod slabih brašna ili pšenica je velik. Stepen omekšanja, očekivano, kod ispitivanih uzoraka pšenice je bio najmanji kod uzorka 1, a najveći kod uzorka 6 (tabela 14). U skladu sa navodima Đakovića (1969), smatra se da je brašno ili pšenica dobrog kvaliteta kad je omekšanje ispod 75 FJ, srednjeg kvaliteta kad je omekšanje od 75-125 FJ i niskog kvaliteta ako je omekšanje veće od 125 FJ. Prema spomenutim navodima, uzorci pšenice 1, 2, 3, 4 i 5 smatraju se pšenicom dobrog kvaliteta, dok uzorak 6 je na granici srednjeg i niskog kvaliteta. Aydogan i saradnici (2015) su tokom svojih ispitivanja različitih sorti pšenica zabilježili farinografski stepen omekšanja u granicama od 0 – 264 FJ (srednja vrijednost 55,89), i u skladu s tim su i šest ispitivanih uzoraka pšenice. Sumarni pokazatelj kvaliteta pšenice, odnosno brašna, je kvalitetni broj i kvalitetna grupa (Žeželj, 1995). Najveći kvalitetni broj posjeduje uzorak 1 (kvalitetna grupa A₂), uzorak 2 ima niži kvalitetni broj i spada u nižu kvalitetnu grupu B₁, dok njihove smjese (uzorci 3, 4 i 5) takođe spadaju u istu kvalitetnu grupu, ali sa tendencijom povećanja kvalitetnog broja, kako raste udio pšenice 1 u mješavini (tabela 14). Najniži kvalitetni broj je ustanovljen kod uzorka 6, i prema njemu posmatrani uzorak pripada C₁ kvalitetnoj grupi. Rezultati analize varijanse ukazuju na činjenicu da srednje vrijednosti farinografskih pokazatelja kvaliteta analiziranih uzoraka pšenice se statistički značajno

razlikuju za analizirane uzorke pšenice (sa 95% vjerovatnoće). Prema rezultatima Tukey post hoc testa, stabilitet tijesta kod uzoraka 2, 3, 4, 5 i 6 se statistički značajno ne razlikuje, ali uzorak 1 pokazuje značajnu statističku razliku u odnosu na preostale uzorke (najduže vrijeme stabiliteta što ukazuje na najbolji kvalitet, sa aspekta posmatranog parametra).

Sa ekstenzografskog aspekta posmatrano, sa istezanjem otpor tijesta raste. Otpor rastezanja pokazuje kolika je sila potrebna da se komad tijesta istegne na određenu dužinu. Rastegljivost predstavlja dužinu istegnutog tijesta od početka rastezanja do momenta kidanja. Proizvod otpora i rastezanja daje energiju koju je potrebno utrošiti da bi se komad tijesta istegao na određenu dužinu. Obično pšenice i brašna nezadovoljavajućeg kvaliteta karakteriše mali otpor, slaba rastegljivost i mala energija, dok pšenice i brašna odličnog kvaliteta posjeduju veliki otpor, veliku rastegljivost i veliku energiju (Žeželj, 1995). U svjetlu prethodno rečenog, uzorak 1 ima najveću vrijednost otpora, maksimalnog otpora, rastegljivosti i energije (najkvalitetniji od posmatranih uzoraka); uzorak 2 ima nižu vrijednost svih prethodno spomenutih parametara (uzorak slabijeg kvaliteta); uzorci 3, 4 i 5 pokazuju rast vrijednosti otpora, maksimalnog otpora, rastegljivosti i energije proporcionalno povećanju količine uzorka 1 u smješi; i na kraju uzorak 6 ima najmanju vrijednost otpora, maksimalnog otpora i energije, i nižu vrijednost rastegljivosti (uzorak najslabijeg kvaliteta od svih analiziranih uzoraka) (tabela 14). Odnos otpora i rastezanja se može kretati u širokim granicama, a optimalna vrijednost za hljevna brašna je 1,5-2,5 (Žeželj, 1995). Odnos O/R kod uzoraka 1, 2, 3, 4 i 5 svrstava navedene uzorke u hljevna brašna, dok uzorak 6 je ispod navedenih granica. Svi analizirani uzorci ne spadaju u grupu nepovoljnih spljoštenih oblika (O/R ispod 0,8 i slab, rasplinjujući gluten) ili izduženih oblika (O/R iznad 4 i vrlo jak, neelastičan gluten). Ekstenzografska istraživanja, nakon 90 minuta odmaranja, autora Scheuer i sar. (2010) su na posmatrane četiri sorte pšenice pokazala da se otpor kretao u granicama 105-831,67 EJ, rastegljivost 127,83-171,83 mm, maksimalni otpor 111-1000 EJ, odnos O/R 0,61-6,54, energija 29,72-168,88 cm². Ekstenzografska istraživanja provedena na svih šest uzoraka pšenice su bila u saglasnosti sa istraživanjima Scheuer-a i saradnika (2010), sa izuzetkom uzorka 1 koji je imao vrijednost rastegljivosti i energije preko gornje granice, što ukazuje na bolji kvalitet pšenice uzorka 1 u odnosu na kvalitet ispitivanih pšenica pomenutog autora. Takođe je i uzorak 5 imao vrijednost rastegljivosti preko gornje granice. Prema rezultatima jednofaktorske analize varijanse, srednje vrijednosti ekstenzografskih pokazatelja kvaliteta se statistički značajno razlikuju za analizirane uzorke pšenice (sa 95% vjerovatnoće). Rezultati Tukey post hoc testa pokazuju da uzorci 1, 2, 3, 4 i 5 se statistički međusobno

značajno ne razlikuju, sa aspekta odnosnog broja, odnosno samo uzorak 6 se značajno razlikuje u odnosu na posmatrane uzorke.

Ukoliko je amilolitička aktivnost visoka (nizak položaj maksimuma amilografske krive, pšenica i brašno bogati enzimima), dobijaju se gnjecavi pekarski proizvodi, a ukoliko je niska (previsok položaj maksimuma, pšenica i brašno siromašno enzimima) dobijaju se suvi i mravlji proizvodi. Što je maksimalni viskozitet veći, to je amilolitička aktivnost slabija i obrnuto. Za američka relativno jaka pekarska brašna, visina amilografske krive je povoljna kod 450-600 AJ, a za njemačke mješavine pšeničnog brašna od mekih pšenica, maksimalni viskozitet je najpovoljniji kod 350-500 AJ (Đaković, 1969), dok optimalne vrijednosti maksimalnog viskoziteta u našim uslovima su 450-650 AJ (Kaluđerski i Filipović, 1998). Prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998), ispitivani uzorci 1, 3, 4, 5 i 6 su imali optimalne vrijednosti maksimalnog viskoziteta, dok uzorak 2 je imao višu vrijednost maksimalnog viskoziteta od optimalnog (koja ukazuje na nižu enzimsku aktivnost brašna). Vrijednost maksimalnog viskoziteta, kod istraživanja autora Channa i saradnici (2015), koje je vršeno na 17 sorti pšenica, se kretala u širokim granicama od 698-1782 AJ. Takođe, i na našim područjima, prema istraživanjima Živančeva (2014) na 16 sorti pšenice sa područja Vojvodine, maksimalni viskozitet se kretao u širokim granicama od 40-1600 AJ, a u saglasnosti s tim su i rezultati ispitivanih šest uzoraka pšenica. Prema rezultatima analize varijanse, srednja vrijednost amilografskog pokazatelja kvaliteta se statistički značajno razlikuje za analizirane uzorke pšenice ($p<0,05$).

Tabela 15. Rezultati kvalitativne i kvantitativne analize aminokiselina

	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 6
Kvalitativna analiza aminokiselina			
Oksiprolin	+		+
Prolin		+	
Glutaminska kiselina	+	+	+
Valin	+	+	+
Metionin	+	+	
Triptofan		+	+
α -aminokaprionska kiselina	+		
Dioksifenilalanin			+
Ukupni sadržaj slobodnih aminokiselina			
Koncentracija (mg/mL)	46,97	54,34	45,70
%	9,39	10,87	9,14

Tabela 16. Ukupni sadržaj pojedinačnih aminokiselina

Aminokiselina	Uzorak	Koncentracija (mg/mL)	% na ukupnu koncentraciju
Oksiprolin	1	1,75	3,72
	2	-	-
	6	2,00	4,37
Prolin	1	-	-
	2	2,24	4,12
	6	-	-
Glutaminska kiselina	1	1,89	4,02
	2	1,43	2,63
	6	2,32	5,07
Valin	1	2,13	4,53
	2	2,27	4,17
	6	1,10	4,16
Metionin	1	1,65	3,51
	2	1,89	3,47
	6	-	-
Triptofan	1	-	-
	2	1,62	2,98
	6	0,86	1,88
α -aminokapronska kiselina	1	1,95	4,15
	2	-	-
	6	-	-
Dioksifenilalanin	1	-	-
	2	-	-
	6	0,89	1,95

Kvalitativna analiza aminokiselina je obuhvatila uzorak 1 i 2, od kojih su se pravile dalje mješavine pšenice, i uzorak 6 od kojeg se proizvelo brašno za potrebe konditorske industrije. Za sve analizirane uzorke je identifikovano 8 različitih aminokiselina. U pojedinačnim uzorcima je identifikovano 5 aminokiselina, sa međusobno različitim aminokiselinskim sastavom (tabela 15). Prema rezultatima analize najzastupljenija je glutaminska kiselina i valin (prisutne u sva tri uzorka), a potom oksiprolin, metionin i triptofan (identifikovane u dva uzorka). Prema autorima Kovačević i Rastija (2014), proteini pšenice imaju nizak sadržaj esencijalnih aminokiselina, prvenstveno lizinu i triptofana, i u skladu s tim, u analiziranim uzorcima, lizin nije identifikovan, a triptofan jeste pronađen u uzorcima 2 i 6. Ukupan sadržaj slobodnih aminokiselina se kretao od 45,7 mg/mL (uzorak 6)

do 54,34 mg/mL (uzorak 2), i prema Kneževiću i saradnicima (2013) analizirane pšenice ne pripadaju uzorcima sa visokim sadržajem slobodnih aminokiselina (visok sadržaj aminokiselina >100 mg/mL).

Od identifikovanih esencijalnih aminokiselina, valin je prisutan u sva tri uzorka sa vrijednostima u granicama od 1,1-2,27 mg/mL (tabela 16), što je u saglasnosti sa istraživanjima autora Knežević i saradnici (2013), koja su provedena na 10 sorti pšenice (koncentracija valina se kretala u granicama od 1,0-2,32 mg/mL). Esencijalna aminokiselina metionin je identifikovana kod uzorka 1 i 2, i zastupljena je u većim koncentracijama u odnosu na istraživanja prethodno navedenih autora (koncentracija metionina se kretala u intervalu od 1,0-1,43 mg/mL). Triptofan, takođe kao esencijalna amnokiselina je detektovan kod dva uzorka, uzorka 2 i 6. Kod uzorka 6 je triptofan pronađen u koncentraciji nižoj u odnosu na rezultate Kneževića i saradnika (2013), dok kod uzorka 2 je u skladu sa pomenutim istraživanjima (koncentracija triptofana se kretala u intervalu od 1,25-2,24 mg/mL).

Uzorak 2, u odnosu na ostale analizirane uzorke, se može smatrati uzorkom sa najvećom nutricionom vrijednošću, jer ima najveći broj detektovanih esencijalnih aminokiselina (tri aminokiseline).

Žitarice se odlikuju visokim udjelom glutaminske kiseline (>50 % svih aminokiselina i >30 % od ukupne mase proteina) i prolina. Glutamska kiselina nije esencijalna aminokiselina, ali iz nje transaminacijom nastaju ostale neesencijalne aminokiseline, i ima značajnu ulogu što se za nju veže amonijak koji nastaje disanjem ćelija (Kovačević i Rastija, 2014). Glutamska kiselina je detektovana kod sva tri analizirana uzorka, u koncentracijama uzorka 1 i 2 manjim u odnosu na istraživanja Kneževića i saradnika (2013), i koncentracijom uzorka 6 u granicama navedenih istraživanja (2,12-6,52 mg/mL). Prolin je zastupljen kod uzorka 2, oksiprolin kod uzorka 1 i 6, a koncentracije su iznad gornje granice intervala zabilježenih u istraživanjima prethodno pomenutog autora.

4.3.2. Rezultati ispitivanja kvaliteta pasažnih brašna i diskusija

Tabela 17. Rezultati hemijskih analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 3 (mješavina 20:80)

Prolazište	Sadržaj vlage %	Sadržaj pepela %	Sadr. pepela na s.m. %	Sadržaj proteina %	Sadržaj masti %	Sadržaj skroba %	Kiselinski stepen
IP	13,49 ^b ± 0,06	0,55 ^d ± 0,02	0,64 ^e ± 0,03	12,41 ^f ± 0,08	1,53 ^e ± 0,18	71,11 ^{ef} ± 0,43	2,70 ^d ± 0,08
IIP	13,98 ^{ef} ± 0,06	0,48 ^d ± 0,02	0,56 ^e ± 0,03	13,42 ^g ± 0,07	1,34 ^{cde} ± 0,06	69,72 ^{ab} ± 0,19	2,50 ^{bc} ± 0,00
2S	14,18 ^f ± 0,03	0,36 ^{abc} ± 0,02	0,42 ^{a-d} ± 0,02	12,21 ^f ± 0,12	1,36 ^{de} ± 0,03	69,42 ^a ± 0,07	2,60 ^{cd} ± 0,00
1Rb1	13,86 ^{de} ± 0,07	0,35 ^{abc} ± 0,03	0,41 ^{a-d} ± 0,04	11,22 ^e ± 0,03	1,46 ^{de} ± 0,04	69,84 ^{abc} ± 0,10	2,50 ^{bc} ± 0,00
1Rb2	13,84 ^{de} ± 0,04	0,30 ^{ab} ± 0,01	0,35 ^{ab} ± 0,02	10,67 ^{bcd} ± 0,05	1,05 ^{ab} ± 0,09	70,95 ^{def} ± 0,13	2,30 ^a ± 0,05
2Rb1	13,69 ^{bcd} ± 0,07	0,39 ^c ± 0,02	0,45 ^d ± 0,02	10,75 ^{cd} ± 0,04	1,08 ^{abc} ± 0,03	70,26 ^{bcd} ± 0,13	2,30 ^a ± 0,00
2Rb2	13,54 ^{bc} ± 0,07	0,37 ^{bc} ± 0,01	0,43 ^{bcd} ± 0,02	10,79 ^{cd} ± 0,06	0,91 ^a ± 0,08	69,39 ^a ± 0,20	2,30 ^a ± 0,00
3Rb1	13,73 ^{cd} ± 0,09	0,37 ^{bc} ± 0,02	0,43 ^{bcd} ± 0,03	11,23 ^e ± 0,02	1,25 ^{bcd} ± 0,04	69,92 ^{abc} ± 0,22	2,50 ^{bc} ± 0,00
4Rb1	13,77 ^{cde} ± 0,05	0,38 ^c ± 0,03	0,44 ^{cd} ± 0,03	10,88 ^d ± 0,03	1,01 ^{ab} ± 0,08	71,63 ^{fg} ± 0,07	2,40 ^{ab} ± 0,00
4Rb2	13,83 ^{de} ± 0,07	0,37 ^b ± 0,01	0,43 ^{bcd} ± 0,02	10,48 ^{ab} ± 0,01	1,56 ^e ± 0,02	71,23 ^{efg} ± 0,11	2,30 ^a ± 0,08
1Mb1	13,19 ^a ± 0,06	0,35 ^{abc} ± 0,03	0,40 ^{a-d} ± 0,03	10,59 ^{bc} ± 0,01	1,03 ^{ab} ± 0,00	71,34 ^{efg} ± 0,13	2,40 ^{ab} ± 0,00
1Mb2	13,24 ^a ± 0,04	0,37 ^{bc} ± 0,00	0,43 ^{bcd} ± 0,01	10,30 ^a ± 0,04	1,42 ^{de} ± 0,09	71,14 ^{ef} ± 0,16	2,50 ^{bc} ± 0,00
2Mb1	13,68 ^{bcd} ± 0,02	0,29 ^a ± 0,02	0,34 ^a ± 0,03	10,46 ^{ab} ± 0,12	1,02 ^{ab} ± 0,07	71,99 ^g ± 0,42	2,30 ^{ab} ± 0,12
2Mb2	13,84 ^{de} ± 0,09	0,31 ^{ab} ± 0,02	0,36 ^{abc} ± 0,02	10,33 ^a ± 0,01	1,41 ^{de} ± 0,04	70,58 ^{cde} ± 0,13	2,40 ^{ab} ± 0,00

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-g} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 18. Rezultati hemijskih analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 4 (mješavina 30:70)

Prolazište	Sadržaj vlage %	Sadržaj pepela %	Sadr. pepela na s.m. %	Sadržaj proteina %	Sadržaj masti %	Sadržaj skroba %	Kiselinski stepen
IP	13,58 ^{ef} ±0,06	0,40 ^c ±0,05	0,46 ^c ±0,05	13,54 ⁱ ±0,09	1,51 ^d ±0,30	68,87 ^b ±0,14	2,60 ^e ±0,00
IIP	13,40 ^{de} ±0,09	0,42 ^c ±0,04	0,48 ^c ±0,04	14,22 ^j ±0,03	1,29 ^{a-d} ±0,20	69,40 ^c ±0,04	2,40 ^{cd} ±0,00
2S	13,82 ^g ±0,04	0,41 ^c ±0,01	0,48 ^c ±0,02	13,16 ^h ±0,04	1,01 ^{ab} ±0,02	68,22 ^a ±0,06	2,50 ^{de} ±0,08
1Rb1	13,39 ^d ±0,04	0,40 ^c ±0,00	0,46 ^c ±0,00	11,57 ^g ±0,06	1,22 ^{a-d} ±0,02	71,24 ^f ±0,10	2,40 ^{cd} ±0,00
1Rb2	13,49 ^{def} ±0,03	0,22 ^a ±0,02	0,25 ^a ±0,02	10,85 ^{cd} ±0,02	0,91 ^a ±0,05	73,34 ^h ±0,24	2,20 ^{ab} ±0,07
2Rb1	13,49 ^{def} ±0,03	0,40 ^c ±0,06	0,46 ^c ±0,06	11,18 ^{ef} ±0,05	1,55 ^d ±0,11	71,33 ^f ±0,02	2,20 ^{ab} ±0,05
2Rb2	13,32 ^{cd} ±0,09	0,28 ^{ab} ±0,01	0,32 ^{ab} ±0,02	11,00 ^{de} ±0,07	1,29 ^{a-d} ±0,16	73,25 ^h ±0,23	2,20 ^{ab} ±0,00
3Rb1	13,31 ^{bcd} ±0,04	0,39 ^c ±0,03	0,45 ^c ±0,03	11,42 ^{fg} ±0,03	1,38 ^{bcd} ±0,05	71,18 ^f ±0,03	2,30 ^{bc} ±0,00
4Rb1	13,18 ^{abc} ±0,08	0,36 ^{bc} ±0,01	0,41 ^{bc} ±0,01	11,25 ^{ef} ±0,04	1,18 ^{a-d} ±0,04	71,36 ^f ±0,09	2,40 ^{cd} ±0,00
4Rb2	13,59 ^f ±0,02	0,40 ^c ±0,04	0,46 ^c ±0,04	10,61 ^{abc} ±0,11	1,32 ^{a-d} ±0,03	71,57 ^f ±0,07	2,10 ^a ±0,00
1Mb1	13,00 ^a ±0,01	0,40 ^c ±0,02	0,46 ^c ±0,03	10,72 ^{bc} ±0,07	1,28 ^{a-d} ±0,02	70,40 ^e ±0,16	2,20 ^{abc} ±0,12
1Mb2	13,13 ^{ab} ±0,02	0,47 ^c ±0,01	0,54 ^c ±0,02	10,42 ^a ±0,05	1,46 ^{cd} ±0,05	72,09 ^g ±0,04	2,30 ^{abc} ±0,05
2Mb1	13,11 ^a ±0,08	0,40 ^c ±0,02	0,46 ^c ±0,02	10,58 ^{ab} ±0,11	1,04 ^{abc} ±0,08	73,56 ^h ±0,07	2,20 ^{ab} ±0,00
2Mb2	13,09 ^a ±0,03	0,38 ^{bc} ±0,04	0,44 ^{bc} ±0,05	10,57 ^{ab} ±0,11	1,26 ^{a-d} ±0,07	69,93 ^d ±0,06	2,30 ^{bc} ±0,00

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-j} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 19. Rezultati hemijskih analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 5 (mješavina 40:60)

Prolazište	Sadržaj vlage %	Sadržaj pepela %	Sadr. pepela na s.m. %	Sadržaj proteina %	Sadržaj masti %	Sadržaj skroba %	Kiselinski stepen
IP	13,15 ^{def} ±0,03	0,49 ^c ±0,02	0,56 ^c ±0,02	15,07 ^g ±0,04	0,80 ^a ±0,02	70,37 ^a ±0,16	2,60 ^c ±0,05
IIP	12,86 ^{a-e} ±0,16	0,44 ^{bc} ±0,04	0,50 ^{bc} ±0,04	14,51 ^f ±0,04	0,81 ^{ab} ±0,02	71,18 ^b ±0,04	2,65 ^c ±0,04
2S	13,11 ^{c-f} ±0,10	0,38 ^{bc} ±0,01	0,44 ^{bc} ±0,02	14,15 ^e ±0,12	0,79 ^a ±0,02	71,42 ^{bc} ±0,10	2,30 ^{ab} ±0,00
1Rb1	13,24 ^{ef} ±0,25	0,24 ^a ±0,06	0,28 ^a ±0,07	13,51 ^b ±0,04	0,85 ^{abc} ±0,02	71,95 ^{de} ±0,06	2,20 ^a ±0,00
1Rb2	13,07 ^{b-f} ±0,05	0,36 ^b ±0,02	0,41 ^b ±0,02	13,57 ^{bc} ±0,06	0,77 ^a ±0,02	72,08 ^{efg} ±0,06	2,30 ^{ab} ±0,00
2Rb1	12,82 ^{a-d} ±0,10	0,39 ^{bc} ±0,01	0,45 ^{bc} ±0,02	13,61 ^{bc} ±0,04	0,89 ^{bcd} ±0,03	72,11 ^{e-h} ±0,12	2,20 ^a ±0,05
2Rb2	13,18 ^{def} ±0,07	0,33 ^{ab} ±0,06	0,38 ^{ab} ±0,06	13,49 ^b ±0,08	0,86 ^{a-d} ±0,03	72,02 ^{def} ±0,03	2,20 ^a ±0,00
3Rb1	12,74 ^{abc} ±0,10	0,41 ^{bc} ±0,01	0,47 ^{bc} ±0,02	13,41 ^b ±0,03	0,95 ^d ±0,02	72,35 ^{fgh} ±0,09	2,40 ^b ±0,10
4Rb1	12,73 ^{abc} ±0,10	0,39 ^{bc} ±0,02	0,45 ^{bc} ±0,03	14,22 ^{ef} ±0,04	0,86 ^{abc} ±0,03	71,67 ^{cd} ±0,10	2,20 ^a ±0,08
4Rb2	13,28 ^f ±0,06	0,39 ^{bc} ±0,03	0,45 ^{bc} ±0,03	12,78 ^a ±0,07	0,78 ^a ±0,02	72,43 ^h ±0,13	2,30 ^{ab} ±0,00
1Mb1	12,67 ^{ab} ±0,05	0,38 ^{bc} ±0,01	0,44 ^{bc} ±0,02	13,43 ^b ±0,02	0,85 ^{abc} ±0,02	72,38 ^{gh} ±0,08	2,30 ^{ab} ±0,00
1Mb2	12,54 ^a ±0,09	0,36 ^b ±0,03	0,41 ^{ab} ±0,03	13,97 ^{de} ±0,09	0,90 ^{cd} ±0,02	71,93 ^{de} ±0,07	2,30 ^{ab} ±0,00
2Mb1	13,07 ^{c-f} ±0,10	0,39 ^{bc} ±0,03	0,45 ^{bc} ±0,04	13,83 ^{cd} ±0,09	0,85 ^{abc} ±0,03	71,69 ^{de} ±0,09	2,30 ^{ab} ±0,00
2Mb2	12,82 ^{a-d} ±0,03	0,35 ^{ab} ±0,01	0,40 ^{ab} ±0,03	13,52 ^b ±0,17	0,83 ^{abc} ±0,01	72,30 ^{fgh} ±0,09	2,20 ^a ±0,00

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-h} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 20. Rezultati hemijskih analiza pasažnih brašna pšenice uzorak 6

Prolazište	Sadržaj vlage %	Sadržaj pepela %	Sadrž. pepela na s.m. %	Sadržaj proteina %	Sadržaj masti %	Sadržaj skroba %	Kiselinski stepen
IP	14,10 ^{de} ±0,04	0,42 ^{cd} ±0,01	0,49 ^{cd} ±0,01	10,15 ^d ±0,05	1,10 ^a ±0,22	71,55 ^a ±0,33	2,30 ^e ±0,05
IIP	14,13 ^{de} ±0,07	0,40 ^{cd} ±0,03	0,46 ^{cd} ±0,03	10,74 ^e ±0,24	0,91 ^a ±0,17	72,45 ^{ab} ±1,92	2,20 ^e ±0,00
2S	13,71 ^{bc} ±0,09	0,44 ^d ±0,03	0,51 ^d ±0,03	9,97 ^d ±0,06	1,54 ^{abc} ±0,02	73,42 ^{abc} ±0,25	2,00 ^d ±0,08
1Rb1	13,12 ^a ±0,07	0,37 ^{a-d} ±0,03	0,42 ^{a-d} ±0,04	9,77 ^{cd} ±0,06	1,87 ^c ±0,26	73,99 ^{abc} ±0,08	1,95 ^{cd} ±0,04
1Rb2	13,99 ^{de} ±0,08	0,29 ^a ±0,04	0,34 ^{ab} ±0,04	9,36 ^{ab} ±0,01	1,10 ^a ±0,17	74,29 ^{bc} ±0,50	2,00 ^d ±0,00
2Rb1	13,16 ^a ±0,03	0,39 ^{bcd} ±0,01	0,44 ^{bcd} ±0,02	10,05 ^d ±0,05	1,21 ^{ab} ±0,05	73,03 ^{abc} ±0,58	2,00 ^d ±0,00
2Rb2	14,17 ^e ±0,05	0,37 ^{a-d} ±0,03	0,43 ^{bcd} ±0,04	9,90 ^{cd} ±0,02	1,50 ^{abc} ±0,05	72,54 ^{ab} ±0,25	2,00 ^d ±0,00
3Rb1	13,49 ^b ±0,07	0,36 ^{a-d} ±0,02	0,42 ^{a-d} ±0,03	9,90 ^{cd} ±0,04	1,44 ^{abc} ±0,09	71,91 ^{ab} ±0,56	2,00 ^d ±0,00
4Rb1	13,51 ^b ±0,06	0,28 ^a ±0,03	0,32 ^a ±0,03	9,13 ^a ±0,07	1,26 ^{abc} ±0,07	75,45 ^c ±0,08	1,70 ^a ±0,08
4Rb2	14,03 ^{de} ±0,05	0,29 ^{ab} ±0,03	0,34 ^{ab} ±0,03	9,27 ^{ab} ±0,01	0,95 ^a ±0,05	72,71 ^{ab} ±0,90	1,85 ^{bc} ±0,04
1Mb1	13,59 ^b ±0,14	0,35 ^{a-d} ±0,03	0,40 ^{abc} ±0,04	9,57 ^{bc} ±0,04	1,49 ^{abc} ±0,02	73,25 ^{abc} ±0,77	1,80 ^{ab} ±0,00
1Mb2	13,55 ^b ±0,05	0,40 ^{cd} ±0,02	0,46 ^{cd} ±0,02	9,24 ^{ab} ±0,27	1,30 ^{abc} ±0,15	71,53 ^a ±0,08	2,05 ^d ±0,04
2Mb1	13,96 ^{de} ±0,05	0,36 ^{a-d} ±0,02	0,41 ^{a-d} ±0,02	9,79 ^{cd} ±0,09	1,84 ^{bc} ±0,47	72,18 ^{ab} ±1,10	2,00 ^d ±0,00
2Mb2	13,91 ^{cd} ±0,05	0,33 ^{abc} ±0,01	0,39 ^{abc} ±0,01	9,12 ^a ±0,03	0,99 ^a ±0,01	73,00 ^{abc} ±0,01	2,00 ^d ±0,00

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija ($n=3$)

^{a-e} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p<0,05$)

Prema autoru Žeželju (1995), brašna I i II krupača karakteriše povećan udio pepela i visok udio proteina. Dobijeni rezultati za ispitivane mješavine pšenica (uzorci 3, 4 i 5) i uzorak 6 (tabele 17, 18, 19 i 20), po sadržaju pepela i proteina u brašnima I krupača (IP), II krupača (IIP) i sortirera (2S), u odnosu na ostala prolazišta, su u saglasnosti sa prethodno

ustanovljenim. Rezultati za sadržaj proteina su takođe u skladu sa ispitivanjima autora Orth i sar. (1976), koji su tokom eksperimentalnih mljevenja brašna zaključili da brašna krupljenja imaju veći udio proteina od ostalih prolazišta. Do sličnih rezultata su došli Nelson i McDonald (1977), Ciacco i D'Appolonia (1982) i Ranhotra i sar. (1990). Takođe, Chen (1996) je došao do zaključka da prolazišta mljevenja imaju manji udio proteina i pepela, kao i oštećenog skroba.

Prolazišta rastvaranja griza (1R, 2R, 3R i 4R) karakteriše niži sadržaj pepela i proteina u odnosu na prolazišta krupljenja, što je i u skladu sa istraživanjima Žeželja (1995).

Prema rezultatima jednofaktorske analize varijanse, između pasažnih brašna analiziranih uzoraka se pojavljuje statistički značajna razlika ($p<0,05$) u smislu parametara hemijskog sastava. Rezultati pokazuju da sadržaj vlage varira od 12,54% do 14,18%, za različite pasaže i uzorke. Sadržaj pepela na suvu materiju se kretao u granicama od 0,25-0,64%, dok se sadržaj proteina kretao u granicama od 9,12-15,07%. Sadržaj masti se kretao u granicama od 0,77-1,87%, sadržaj skroba je bio u granicama od 68,22-75,45%, dok kiselinski stepen se kretao u intervalu od 1,70-2,70 (tabele 17, 18, 19 i 20).

Izabrana prolazišta nisu pokazivala značajnija odstupanja u hemijskom sastavu karakterističnom za pšenična brašna, osim prolazišta krupljenja i pripadajućeg sortirera, kod svih analiziranih uzoraka.

S druge strane, posmatrano između različitih uzoraka razlike postoje u hemijskom sastavu pasažnih brašna, naročito u sadržaju proteina čiji je interval kretanja sa višim granicama kod uzorka 5, pa opada kod uzorka 4 i 3 i na kraju je najniži kod uzorka 6. Korištenjem jednofaktorske analize varijanse utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u sadržaju proteina između analiziranih uzoraka, odnosno pripadajućih pasažnih brašna ($F(3,52) = 55,666$, $p < 0,05$). Post hoc testovi Tukey i LSD su otkrili da su razlike u sadržaju proteina statistički značajne u svim slučajevima sem u sadržaju proteina između uzorka 3 i 4, odnosno njihovih pasažnih brašna ($p = 0,239$). Drugim riječima, utvrđena razlika u sadržaju proteina između uzorka 3 i 4, u vrijednosti od 0,382%, nije statistički značajna. Najveća utvrđena statistički značajna razlika je utvrđena između uzorka 5 i 6 ($p = 0,000$) i to u vrijednosti od 4,08%.

Tabela 21a. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 3 (mješavina 20:80), prolazišta od IP do 2Rb2

	IP	IIP	2S	1Rb1	1Rb2	2Rb1	2Rb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	55,0 ^a ±0,00	56,8 ^d ±0,00	55,8 ^b ±0,12	58,7 ^e ±0,16	57,1 ^d ±0,09	56,3 ^c ±0,08	55,8 ^b ±0,12
RT (min)	1,7 ^{ab} ±0,05	2,3 ^{ef} ±0,05	2,4 ^f ±0,08	2 ^{cd} ±0,00	1,8 ^{bc} ±0,00	2 ^{cd} ±0,12	2 ^{cd} ±0,05
ST (min)	1,1 ^d ±0,05	1 ^{cd} ±0,00	1,1 ^d ±0,00	0,7 ^a ±0,05	0,9 ^{bcd} ±0,09	0,7 ^a ±0,12	0,7 ^{ab} ±0,08
SO (FJ)	40 ^c ±0,82	27 ^a ±1,70	34 ^b ±0,47	60 ^e ±0,00	55 ^d ±0,47	60 ^e ±0,82	55 ^d ±1,63
KB	66,7 ⁱ ±0,09	75,3 ^k ±0,05	68,3 ^j ±0,00	55,4 ^b ±0,08	56,4 ^d ±0,05	58,3 ^f ±0,09	57,3 ^e ±0,24
KG	B ₁	A ₂	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	470 ^{fg} ±8,16	440 ^{ef} ±16,3	513 ^h ±4,71	347 ^a ±4,71	460 ^{fg} ±8,16	393 ^{cd} ±4,71	407 ^{cd} ±9,43
R (mm)	180 ^f ±0,82	194 ^g ±1,63	178 ^f ±2,45	182 ^f ±1,63	149 ^c ±0,47	157 ^{de} ±4,08	151 ^{cd} ±0,82
O/R	2,6 ^{bcd} ±0,04	2,4 ^b ±0,20	2,9 ^{def} ±0,02	1,9 ^a ±0,04	3,1 ^{fg} ±0,07	2,5 ^{bc} ±0,04	2,7 ^{cd} ±0,05
O maks.(EJ)	900 ^f ±4,08	945 ^g ±8,16	1000 ^h ±0,00	600 ^c ±4,71	720 ^e ±4,08	640 ^d ±16,3	645 ^d ±12,3
E (cm ²)	194 ^e ±1,63	215 ^f ±0,82	219 ^f ±0,47	135 ^d ±1,41	134 ^d ±3,74	124 ^c ±2,16	121 ^c ±0,00
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	97,8 ^e ±0,61	97,8 ^e ±0,12	92 ^{bc} ±0,57	96,8 ^e ±1,93	96,8 ^e ±0,74	97,8 ^e ±0,49	97,6 ^e ±0,16
VG (%)	31,4 ^{bc} ±0,26	33,6 ^c ±0,33	33 ^c ±0,08	27,7 ^a ±0,90	27 ^a ±0,82	27,8 ^a ±1,58	27,0 ^a ±0,50
SG (%)	11 ^f ±0,08	16 ^h ±0,24	12,7 ^g ±0,17	10 ^{bc} ±0,05	10 ^{cd} ±0,05	10 ^{bcd} ±0,08	10,8 ^{ef} ±0,09

Tabela 21b. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 3 (mješavina 20:80), prolazišta od 3Rb1 do 2Mb2

	3Rb1	4Rb1	4Rb2	1Mb1	1Mb2	2Mb1	2Mb2
Farinografski parametri							
MUV(%)	58,5 ^e ±0,14	58,8 ^e ±0,00	56,8 ^d ±0,05	61,5 ^h ±0,09	61,2 ^g ±0,05	60,8 ^g ±0,05	59,8 ^f ±0,12
RT (min)	2 ^{cd} ±0,08	2 ^{cd} ±0,00	1,6 ^a ±0,05	2,1 ^{de} ±0,09	2 ^{cd} ±0,00	2,1 ^{de} ±0,00	1,9 ^{bc} ±0,05
ST (min)	0,6 ^a ±0,05	0,7 ^{ab} ±0,00	0,7 ^{ab} ±0,12	0,6 ^a ±0,05	0,6 ^a ±0,05	0,8 ^{abc} ±0,00	0,7 ^a ±0,05
SO (FJ)	60 ^e ±0,47	73 ^f ±0,82	72 ^f ±0,00	55 ^d ±0,47	62 ^e ±1,25	70 ^f ±1,25	60 ^e ±0,47
KB	56 ^{cde} ±0,14	55,8 ^b ±0,00	57,9 ^f ±0,05	62,9 ^h ±0,09	57,3 ^e ±0,08	53,9 ^a ±0,24	59,4 ^g ±0,05
KG	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	410 ^{cde} ±8,16	420 ^{de} ±0,00	480 ^g ±16,3	357 ^{ab} ±4,71	420 ^{de} ±0,00	387 ^{bc} ±12,5	417 ^{cde} ±4,71
R (mm)	161 ^e ±0,00	152 ^{cd} ±2,83	138 ^{ab} ±0,82	150 ^c ±3,27	132 ^a ±0,47	148 ^c ±0,47	140 ^b ±0,00
O/R	2,5 ^{bc} ±0,05	2,8 ^{cde} ±0,05	3,5 ^h ±0,11	2,4 ^b ±0,03	3,2 ^g ±0,01	2,6 ^{bcd} ±0,07	3,0 ^{efg} ±0,03
O maks.(EJ)	665 ^d ±10,8	640 ^d ±4,08	720 ^e ±0,00	520 ^a ±8,16	568 ^b ±2,36	567 ^b ±4,71	552 ^b ±2,36
E (cm ²)	134 ^d ±0,94	123 ^c ±0,81	124 ^c ±2,83	101 ^a ±1,63	98 ^a ±0,47	109 ^b ±0,47	101 ^a ±0,47
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	98,2 ^e ±0,08	97,6 ^e ±0,21	94 ^{cd} ±0,08	96,2 ^{de} ±0,05	91,1 ^{ab} ±0,68	92,2 ^{bc} ±0,25	88,9 ^a ±0,69
VG (%)	27,3 ^a ±1,25	25,5 ^a ±0,41	27,8 ^a ±0,33	26,5 ^a ±0,57	28,1 ^a ±1,64	28,4 ^{ab} ±0,25	27 ^a ±0,82
SG (%)	9,3 ^{ab} ±0,09	9 ^a ±0,41	10,2 ^{cde} ±0,1	10,4 ^{c-f} ±0,17	10,8 ^{ef} ±0,26	10,7 ^{def} ±0,1	10 ^{bc} ±0,25

MUV-Moč upijanja vode, RT-Razvoj tijesta, ST-Stabilitet tijesta, SO-Stepen omešavanja, KB-Kvalitetni broj, KG-Kvalitetna grupa, O-Otpor, R-Rastegljivost, O/R-Odnosni broj, Omaks.-Otpor maks., E-Energija, GI-Gluten indeks, VG-Vlažni gluten, SG-Suvi gluten; Eksstenogram je dobijen nakon 90 minuta odmaranja.

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-k} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoću (p<0,05) (za prolazišta od IP do 2Mb2, odnosno tabele 21a i 21b)

Tabela 22a. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 4 (mješavina 30:70), prolazišta od IP do 2Rb2

	IP	IIP	2S	1Rb1	1Rb2	2Rb1	2Rb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	58,3 ^a ±0,00	59,0 ^{cd} ±0,09	59,2 ^{de} ±0,08	59,4 ^e ±0,05	58,8 ^{bc} ±0,29	58,8 ^{bc} ±0,00	58,5 ^{ab} ±0,05
RT (min)	2,4 ^{cd} ±0,16	3,1 ^e ±0,12	2,1 ^{abc} ±0,08	1,9 ^{ab} ±0,08	2 ^{ab} ±0,00	2,2 ^{bcd} ±0,05	2 ^{ab} ±0,05
ST (min)	1,4 ^e ±0,05	1,9 ^f ±0,08	1,3 ^e ±0,21	0,8 ^{bcd} ±0,05	0,5 ^{ab} ±0,00	0,8 ^{cd} ±0,05	0,9 ^{cd} ±0,12
SO (FJ)	11 ^b ±0,47	0 ^a ±0,00	16 ^c ±0,00	54 ^d ±0,82	55 ^d ±1,63	60 ^e ±0,47	66 ^f ±0,47
KB	74,6 ^h ±0,33	100 ⁱ ±0,05	70,2 ^g ±0,16	57,3 ^d ±0,24	55,8 ^c ±0,00	58,7 ^e ±0,05	55,1 ^b ±0,08
KG	A ₂	A ₁	A ₂	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	432 ^{bc} ±6,24	385 ^a ±4,08	448 ^{cd} ±2,36	420 ^b ±0,00	452 ^{cd} ±2,36	500 ^{fg} ±8,16	500 ^{fg} ±0,00
R (mm)	177 ^e ±0,82	216 ^f ±1,63	181 ^e ±1,25	161 ^{cd} ±0,47	139 ^a ±0,00	166 ^d ±3,74	157 ^c ±0,47
O/R	2,4 ^b ±0,02	1,8 ^a ±0,01	2,5 ^{bc} ±0,03	2,6 ^{cd} ±0,01	3,2 ^g ±0,01	3,0 ^e ±0,02	3,2 ^{fg} ±0,01
O maks.(EJ)	858 ^{hi} ±6,24	850 ^h ±8,16	848 ^h ±2,36	730 ^{ef} ±7,07	692 ^{bc} ±2,36	890 ^j ±0,00	878 ^{ij} ±2,36
E (cm ²)	184 ^g ±1,70	230 ^h ±0,82	183 ^g ±0,47	143 ^d ±0,00	120 ^a ±0,94	185 ^g ±0,63	173 ^f ±2,36
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	98,1 ^{ef} ±0,09	98 ^{ef} ±0,05	97,6 ^{c-f} ±0,49	97 ^{cde} ±0,16	98,1 ^{ef} ±0,14	98,9 ^f ±0,37	97,5 ^{c-f} ±0,41
VG (%)	32 ^{de} ±0,41	34,4 ^e ±0,08	30,5 ^{cd} ±0,33	28,5 ^{bc} ±0,37	28 ^{ab} ±0,61	27,4 ^{ab} ±1,88	27,7 ^{ab} ±1,31
SG (%)	12,9 ^e ±0,17	13,1 ^e ±0,05	11,8 ^d ±0,09	10,6 ^{bc} ±0,09	10,5 ^{bc} ±0,41	10,2 ^{abc} ±0,12	10,1 ^{abc} ±0,17

Tabela 22b. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 4 (mješavina 30:70), prolazišta od 3Rb1 do 2Mb2

	3Rb1	4Rb1	4Rb2	1Mb1	1Mb2	2Mb1	2Mb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	62,5 ⁱ ±0,09	61,2 ^{gh} ±0,24	61 ^g ±0,17	61,5 ^h ±0,12	62,3 ⁱ ±0,05	60,2 ^f ±0,00	60,8 ^g ±0,05
RT (min)	2,5 ^d ±0,00	2,4 ^{cd} ±0,05	2 ^{ab} ±0,12	2,0 ^{ab} ±0,00	2 ^{ab} ±0,16	2 ^{ab} ±0,17	1,8 ^a ±0,00
ST (min)	0,7 ^{abc} ±0,05	0,8 ^{bcd} ±0,08	0,9 ^d ±0,00	0,4 ^a ±0,00	0,8 ^{bcd} ±0,16	0,6 ^{abc} ±0,05	0,7 ^{abcd} ±0,00
SO (FJ)	55 ^d ±0,00	71 ^g ±0,82	66 ^f ±1,25	65 ^f ±0,00	65 ^f ±0,47	61 ^e ±0,47	60 ^e ±0,00
KB	61,5 ^f ±0,37	58,3 ^e ±0,14	55,1 ^b ±0,05	58,7 ^e ±0,12	54,6 ^a ±0,00	54,3 ^a ±0,16	56 ^c ±0,05
KG	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₁
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	453 ^{cd} ±12,5	487 ^f ±4,71	450 ^{cd} ±7,07	510 ^g ±0,06	480 ^{ef} ±8,16	458 ^{de} ±2,36	510 ^g ±8,16
R (mm)	167 ^d ±1,63	137 ^a ±0,47	147 ^b ±4,71	136 ^a ±2,83	134 ^a ±1,41	139 ^a ±0,47	136 ^a ±0,82
O/R	2,7 ^d ±0,05	3,6 ^h ±0,04	3,1 ^{ef} ±0,09	3,8 ⁱ ±0,08	3,6 ^h ±0,04	3,3 ^g ±0,04	3,8 ⁱ ±0,07
O maks.(EJ)	745 ^f ±4,08	775 ^g ±4,08	720 ^{de} ±0,00	723 ^e ±8,50	673 ^{ab} ±12,5	663 ^a ±4,71	700 ^{cd} ±0,00
E (cm ²)	156 ^e ±4,24	129 ^{bc} ±0,47	133 ^c ±0,94	127 ^b ±1,25	115 ^a ±0,00	118 ^a ±0,47	120 ^a ±0,47
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	97,8 ^{ef} ±0,98	98,2 ^{ef} ±0,16	97,6 ^{def} ±0,08	95,1 ^b ±0,05	96,1 ^{bc} ±0,14	96,2 ^{bcd} ±0,16	93,5 ^a ±0,78
VG (%)	27,5 ^{ab} ±0,25	27,1 ^{ab} ±0,19	27,2 ^{ab} ±0,17	25,6 ^a ±0,16	26,6 ^{ab} ±0,05	25,9 ^a ±0,09	26,7 ^{ab} ±0,25
SG (%)	10,9 ^{cd} ±0,05	10,9 ^{bcd} ±0,08	10 ^{abc} ±0,90	9,4 ^a ±0,08	10 ^{abc} ±0,16	9,8 ^{ab} ±0,09	10,8 ^{bcd} ±0,36

MUV-Moć upijanja vode, RT-Razvoj tijesta, ST-Stabilitet tijesta, SO-Stepen omešavanja, KB-Kvalitetni broj, KG-Kvalitetna grupa, O-Otpor, R-Rastegljivost, O/R-Odnosni broj, Omaks.-Otpor maks., E-Energija, GI-Gluten indeks, VG-Vlažni gluten, SG-Suvi gluten; Eksstenzogram je dobijen nakon 90 minuta odmaranja.

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{aj} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05) (za prolazišta od IP do 2Mb2, odnosno tabele 22a i 22b)

Tabela 23a. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 5 (mješavina 40:60), prolazišta od IP do 2Rb2

	IP	IIP	2S	1Rb1	1Rb2	2Rb1	2Rb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	61,8 ^a ±0,05	63,0 ^c ±0,05	63,5 ^d ±0,08	63,8 ^d ±0,09	63,0 ^c ±0,00	62,2 ^b ±0,16	62,5 ^b ±0,21
RT (min)	2,9 ^e ±0,05	2,9 ^e ±0,00	2,6 ^{de} ±0,16	2,1 ^{abc} ±0,08	2,3 ^{cd} ±0,05	2,2 ^{abc} ±0,12	1,9 ^a ±0,05
ST (min)	1 ^e ±0,05	4,6 ^g ±0,05	1,4 ^f ±0,17	0,7 ^{b-e} ±0,17	0,6 ^{a-d} ±0,00	0,9 ^{de} ±0,00	0,7 ^{a-e} ±0,05
SO (FJ)	22 ^b ±0,47	0 ^a ±0,00	1,6 ^a ±0,00	57 ^{ef} ±0,47	55 ^e ±0,00	58 ^f ±0,82	71 ^h ±0,82
KB	72,2 ⁱ ±0,09	100 ^k ±0,05	74,9 ^j ±0,09	56 ^c ±0,08	58,3 ^d ±0,00	58,3 ^d ±0,05	50,9 ^a ±0,33
KG	A ₂	A ₁	A ₂	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	423 ^b ±4,71	420 ^b ±4,08	360 ^a ±8,16	460 ^{cd} ±0,00	420 ^b ±4,08	457 ^{cd} ±4,71	472 ^d ±2,36
R (mm)	182 ^f ±1,63	192 ^g ±0,82	170 ^e ±0,47	162 ^d ±2,45	158 ^d ±0,00	163 ^{de} ±0,47	146 ^b ±4,08
O/R	2,3 ^b ±0,01	2,2 ^{ab} ±0,01	2,1 ^a ±0,06	2,8 ^e ±0,04	2,7 ^{cd} ±0,02	2,8 ^{de} ±0,04	3,2 ^f ±0,07
O maks. (EJ)	880 ^{ef} ±4,08	885 ^f ±7,07	648 ^a ±2,36	863 ^e ±4,71	730 ^c ±14,1	800 ^d ±0,00	788 ^d ±4,71
E (cm ²)	193 ^e ±1,63	205 ^f ±2,45	137 ^b ±3,09	172 ^d ±0,47	146 ^{bc} ±0,82	164 ^d ±0,00	142 ^{bc} ±1,63
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	97 ^{bc} ±0,14	97,1 ^{cd} ±0,05	98,9 ^d ±0,61	94,4 ^a ±0,25	98,5 ^{cd} ±0,08	98,3 ^{cd} ±0,24	97,3 ^{cd} ±0,82
VG (%)	35,9 ^g ±0,29	36,1 ^g ±0,09	33,2 ^f ±0,21	30,3 ^e ±0,17	27,3 ^{abc} ±0,25	27 ^{abc} ±0,17	29,3 ^{cde} ±0,25
SG (%)	12,1 ^{de} ±0,05	17,3 ^f ±0,08	12,4 ^e ±0,05	10,6 ^{bc} ±0,09	9,9 ^{ab} ±0,19	9,8 ^{ab} ±0,74	10,6 ^{bc} ±0,25

Tabela 23b. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 5 (mješavina 40:60), prolazišta od 3Rb1 do 2Mb2

	3Rb1	4Rb1	4Rb2	1Mb1	1Mb2	2Mb1	2Mb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	65,0 ^{ef} ±0,05	65,2 ^{ef} ±0,09	65,0 ^{ef} ±0,00	63,5 ^d ±0,08	65,3 ^f ±0,12	65,0 ^e ±0,09	65,0 ^{ef} ±0,00
RT (min)	2,1 ^{abc} ±0,00	2,1 ^{abc} ±0,05	2 ^{ab} ±0,08	2,1 ^{abc} ±0,08	2,3 ^{bcd} ±0,00	2,3 ^{bcd} ±0,16	2,1 ^{abc} ±0,12
ST (min)	0,8 ^{cde} ±0,08	0,5 ^{abc} ±0,00	0,5 ^{ab} ±0,05	0,7 ^{b-e} ±0,05	0,6 ^{a-d} ±0,14	0,7 ^{a-e} ±0,00	0,4 ^a ±0,08
SO (FJ)	68 ^g ±0,47	71 ^h ±0,47	71 ^h ±0,00	42 ^d ±0,00	43 ^d ±1,63	44 ^d ±0,47	40 ^c ±0,47
KB	55,6 ^c ±0,22	53,7 ^b ±0,21	55,8 ^c ±0,05	59,8 ^e ±0,16	65 ^h ±0,05	62,4 ^f ±0,00	63,1 ^g ±0,05
KG	B ₁	B ₂	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	460 ^{cd} ±4,08	410 ^b ±0,00	467 ^{cd} ±9,43	540 ^e ±8,16	470 ^d ±4,08	460 ^{cd} ±4,08	450 ^c ±0,00
R (mm)	159 ^d ±0,47	157 ^{cd} ±0,82	151 ^{bc} ±0,00	136 ^a ±0,82	133 ^a ±2,16	133 ^a ±2,94	133 ^a ±0,82
O/R	2,9 ^e ±0,02	2,6 ^c ±0,01	3,1 ^f ±0,06	4,0 ⁱ ±0,03	3,5 ^h ±0,03	3,5 ^{gh} ±0,05	3,4 ^g ±0,02
O maks. (EJ)	745 ^c ±4,08	708 ^b ±2,36	700 ^b ±7,07	800 ^d ±0,00	703 ^b ±4,71	642 ^a ±2,36	652 ^a ±6,24
E (cm ²)	148 ^c ±0,47	143 ^{bc} ±0,94	110 ^a ±1,41	137 ^b ±5,73	116 ^a ±0,82	110 ^a ±6,85	107 ^a ±0,00
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	97,8 ^{cd} ±1,43	98,4 ^{cd} ±0,37	95,2 ^a ±0,05	95 ^a ±0,16	97,5 ^{cd} ±0,17	98,3 ^{cd} ±0,14	95,2 ^{ab} ±0,17
VG (%)	28,9 ^{b-e} ±0,33	27,1 ^{abc} ±0,14	29,7 ^{de} ±0,09	26,9 ^{ab} ±1,47	27,8 ^{a-d} ±1,65	26,5 ^a ±0,12	28,3 ^{a-e} ±0,29
SG (%)	11,2 ^{cd} ±0,14	9,7 ^a ±0,17	10,6 ^{bc} ±0,05	9,3 ^a ±0,24	10,1 ^{ab} ±0,08	9,5 ^a ±0,05	10,1 ^{ab} ±0,09

MUV-Moč upijanja vode, RT-Razvoj tijesta, ST-Stabilitet tijesta, SO-Stepen omešavanja, KB-Kvalitetni broj, KG-Kvalitetna grupa, O-Otpor, R-Rastegljivost, O/R-Odnosni broj, Omaks.-Otpor maks., E-Energija, GI-Gluten indeks, VG-Vlažni gluten, SG-Suvi gluten; Eksstenzogram je dobijen nakon 90 minuta odmaranja.

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-k} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoću (p<0,05) (za prolazišta od IP do 2Mb2, odnosno tabele 23a i 23b)

Tabela 24a. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 6, prolazišta od IP do 2Rb2

	IP	IIP	2S	1Rb1	1Rb2	2Rb1	2Rb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	54,3 ^a ±0,05	54,7 ^b ±0,00	54,7 ^b ±0,08	56,2 ^e ±0,12	55,6 ^d ±0,00	55,3 ^c ±0,00	55,7 ^d ±0,05
RT (min)	1,9 ^{cde} ±0,05	2,1 ^e ±0,00	1,9 ^{cde} ±0,05	1,2 ^a ±0,08	1,5 ^{ab} ±0,00	1,5 ^{ab} ±0,16	2 ^{de} ±0,22
ST (min)	0,5 ^a ±0,08	0,6 ^{abc} ±0,05	0,5 ^{ab} ±0,05	0,4 ^a ±0,00	0,6 ^{abc} ±0,16	0,8 ^{bcd} ±0,05	0,6 ^{abc} ±0,12
SO (FJ)	85 ^f ±0,47	65 ^a ±0,82	80 ^{cde} ±0,47	87 ^f ±0,00	79 ^{cd} ±0,47	100 ^h ±0,00	90 ^g ±0,47
KB	55,2 ^{ij} ±0,00	60 ^k ±0,09	54,6 ^h ±0,17	53,3 ^e ±0,08	49,6 ^a ±0,05	51,1 ^b ±0,05	52,2 ^d ±0,17
KG	B ₂	B ₁	B ₂	B ₂	B ₂	B ₂	B ₂
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	285 ^{ab} ±4,08	303 ^{cde} ±4,71	280 ^a ±0,00	340 ^f ±8,16	308 ^{de} ±6,24	288 ^{abc} ±2,36	318 ^e ±6,24
R (mm)	178 ^d ±1,41	191 ^e ±1,89	178 ^d ±0,82	183 ^d ±0,47	143 ^a ±0,47	178 ^d ±0,00	157 ^b ±0,00
O/R	1,6 ^a ±0,01	1,6 ^a ±0,02	1,6 ^a ±0,01	1,9 ^b ±0,05	2,2 ^{de} ±0,03	1,6 ^a ±0,01	2,0 ^c ±0,04
O maks. (EJ)	557 ^d ±4,71	580 ^e ±0,00	550 ^d ±7,07	502 ^c ±9,43	470 ^b ±8,16	460 ^b ±0,00	510 ^c ±4,08
E (cm ²)	120 ^f ±2,05	137 ^g ±1,63	101 ^{cd} ±0,82	113 ^e ±0,00	87 ^b ±0,47	105 ^d ±4,08	101 ^{cd} ±0,47
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	94,5 ^{ab} ±0,39	97 ^{cd} ±0,12	95,9 ^{bc} ±0,22	98,8 ^e ±0,62	97,7 ^{de} ±1,03	97,8 ^{de} ±0,29	97,4 ^{cde} ±0,09
VG (%)	26,3 ^{b-e} ±0,31	26,9 ^{de} ±0,08	26,5 ^{cde} ±0,31	24,6 ^{ab} ±1,61	26,0 ^{b-e} ±0,24	25,3 ^{a-d} ±0,25	25,9 ^{a-e} ±0,52
SG (%)	9,3 ^{bcd} ±0,05	9,4 ^{bcd} ±0,26	9,6 ^{de} ±0,24	9,3 ^{bcd} ±0,12	9,9 ^e ±0,05	9,7 ^{de} ±0,17	9 ^{abc} ±0,05

Tabela 24b. Rezultati reoloških analiza pasažnih brašna dobijenih mljevenjem pšenice uzorak 6, prolazišta od 3Rb1 do 2Mb2

	3Rb1	4Rb1	4Rb2	1Mb1	1Mb2	2Mb1	2Mb2
Farinografski parametri							
MUV (%)	56,8 ^f ±0,08	57,2 ^g ±0,00	57,5 ^h ±0,12	60,2 ⁱ ±0,08	61,5 ^j ±0,00	57,5 ^h ±0,05	57,5 ^h ±0,00
RT (min)	1,9 ^{cde} ±0,05	1,8 ^{bcd} ±0,05	1,5 ^{ab} ±0,00	1,9 ^{cde} ±0,00	1,9 ^{cde} ±0,05	1,7 ^{bc} ±0,12	1,8 ^{bcd} ±0,05
ST (min)	0,6 ^{abc} ±0,08	0,6 ^{abc} ±0,08	0,5 ^a ±0,00	0,5 ^a ±0,05	0,8 ^{cd} ±0,00	1 ^d ±0,00	0,5 ^a ±0,05
SO (FJ)	78 ^{cd} ±0,82	80 ^{de} ±0,82	77 ^c ±0,47	71 ^b ±0,00	90 ^g ±0,00	92 ^g ±0,47	82 ^e ±1,63
KB	55,1 ⁱ ±0,05	55,1 ^{ij} ±0,00	53,7 ^f ±0,05	55,4 ^j ±0,09	53,2 ^e ±0,16	51,8 ^c ±0,05	54,1 ^g ±0,05
KG	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₂	B ₂
Ekstenzografski parametri							
O (EJ)	343 ^{fg} ±4,71	360 ^g ±4,08	350 ^{fg} ±8,16	352 ^{fg} ±4,71	395 ^h ±4,08	320 ^e ±0,00	300 ^{bcd} ±4,08
R (mm)	167 ^c ±0,47	166 ^c ±2,83	161 ^{bcd} ±5,35	158 ^a ±1,89	140 ^a ±2,83	146 ^a ±0,82	140a ±0,47
O/R	2,1 ^{cd} ±0,03	2,2 ^e ±0,02	2,2 ^e ±0,02	2,2 ^e ±0,00	2,8 ^f ±0,03	2,2 ^e ±0,01	2,1 ^{de} ±0,02
O maks. (EJ)	553 ^d ±4,71	558 ^d ±2,36	522 ^c ±2,36	520 ^c ±0,00	513 ^c ±4,71	457 ^b ±11,8	432 ^a ±2,36
E (cm ²)	119 ^f ±0,94	121 ^f ±2,05	102 ^{cd} ±0,00	101 ^{cd} ±0,47	96 ^c ±2,16	87 ^b ±0,94	76 ^a ±1,70
Parametri kvaliteta glutena							
GI (%)	97,3 ^{cde} ±0,14	95,1 ^{ab} ±0,05	97,6 ^{de} ±0,12	94 ^a ±0,82	97,2 ^{cd} ±0,09	94,9 ^{ab} ±0,05	95,8 ^b ±0,43
VG (%)	26,6 ^{de} ±0,12	27,3 ^e ±0,05	24,7 ^{abc} ±0,09	25,8 ^{a-e} ±0,16	26,9 ^{de} ±0,05	24,2 ^a ±0,24	25,2 ^{a-d} ±0,08
SG (%)	11,1 ^f ±0,08	11,2 ^f ±0,22	8,9 ^{ab} ±0,04	11,0 ^f ±0,05	9,7 ^{de} ±0,08	8,5 ^a ±0,09	9,5 ^{cde} ±0,09

MUV-Moč upijanja vode, RT-Razvoj tijesta, ST-Stabilitet tijesta, SO-Stepen omešavanja, KB-Kvalitetni broj, KG-Kvalitetna grupa, O-Otpor, R-Rastegljivost, O/R-Odnosni broj, Omaks.-Otpor maks., E-Energija, GI-Gluten indeks, VG-Vlažni gluten, SG-Suvi gluten; Eksstenogram je dobijen nakon 90 minuta odmaranja.

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-k} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoću (p<0,05) (za prolazišta od IP do 2Mb2, odnosno tabele 24a i 24b)

Tabela 25. Korelaciona analiza sadržaja proteina sa farinografskim i ekstenzografskim karakteristikama pasažnih brašna

	Sadržaj proteina (%)		
	Pearson correlation	Sig.	N
Sadržaj proteina (%)	1		56
MUV (%)	0,598**	0,000	56
RT (min)	0,710**	0,000	56
ST (min)	0,414**	0,002	56
SO (FJ)	-0,750**	0,000	56
KB	0,617**	0,000	56
O (EJ)	0,451**	0,000	56
R (mm)	0,267*	0,000	56
O/R	0,178	0,188	56
O maks. (EJ)	0,706**	0,000	56
E (cm ²)	0,656**	0,000	56

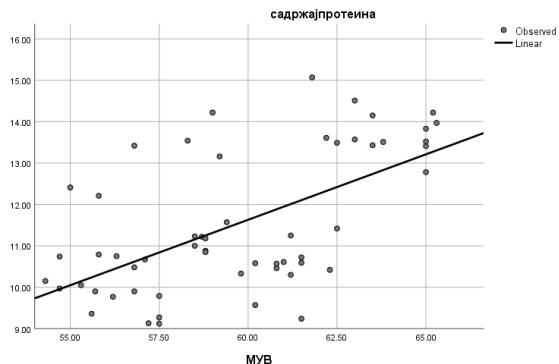
** Korelacija je značajna na nivou 0,01

* Korelacija je značajna na nivou 0,05

Vrijednosti farinografski utvrđene moći upijanja vode pasažnih brašna su se kretale u granicama od 54,3% do 65,3% (tabele 21a i 21b, 22a i 22b, 23a i 23b, 24a i 24b), dakle u granicama sličnim onima u istraživanju autora Sakhare i sar. (2015), koji su varijacije u moći upijanja vode pasažnih brašna dobili u intervalu od 53,07-62,0%. Rezultati moći upijanja vode brašna izdvojenih po analiziranim prolazištima nisu pokazali posebnu tendenciju rasta ili opadanja, bili su nepravilni, kao i u studiji Banu i sar. (2010).

Rezultati ispitivanja autora Wang i Flores (1999) su ukazali da moć upijanja vode raste sa porastom sadržaja proteina (postoji pozitivna korelacija moći upijanja vode i sadržaja proteina), pored ostalih faktora, a to se može vidjeti i u prethodno tabelarno predstavljenim rezultatima, posmatrano za različite vrste uzorka. Korelacionom analizom je utvrđeno da između učešća proteina u pasažnim brašnima analiziranih uzorka i većine posmatranih farinografskih i ekstenzografskih parametara pasažnih brašna postoji statistički značajna korelacija ($p<0,05$) (tabela 25). Dakle, samo u slučaju odnosnog broja ta korelaciona veza nije značajna ($p=0,188$). U većini slučajeva veza između sadržaja proteina i posmatranih parametara kvaliteta je pozitivna, osim u korelaciji sa stepenom omekšanja. Sa povećanjem sadržaja proteina povećavaju se i vrijednosti analiziranih parametara (moć upijanja vode, razvoj tijesta, stabilitet tijesta, kvalitetni broj, otpor, rastegljivost, maksimalni otpor, energija). Samo u slučaju stepena omekšanja, vrijednost stepena omekšanja se smanjuje sa povećanjem sadržaja proteina. Prema Chaddock-ovoj skali za ocjenu jačine korelacijske (Žižić i sar., 1999),

u većini slučajeva, rezultati korelacione analize pokazuju da je veza između sadržaja proteina i analiziranih karakteristika pasažnih brašna srednje jaka (0,5-0,8), kao u slučaju moći upijanja vode, razvoja tijesta, stepena omekšanja, kvalitetnog broja, maksimalnog otpora i energije. U ostalim slučajevima veza je slaba iako statistički značajna.



Grafikon 1. Grafički prikaz linearног odnosa parametara sadržaj proteina i moć upijanja vode

Rezultati analize varijanse ukazuju da između pasažnih brašna analiziranih uzoraka postoji statistički značajna razlika u pogledu ekstenzografskih i farinografskih parametara, kao i parametara kvaliteta glutena.

Brašna krupljenja - Kod uzorka 3 posmatrano, brašno II krupača je kvalitetnije u odnosu na I krupač, jer MUV ima veću vrijednost, razvoj tijesta takođe, stepen omekšanja je manji, kvalitetni broj je veći i kao krajnja potvrda je kvalitetna grupa A₂ kojoj pripada brašno II krupača, dok brašno I krupača je u B₁ grupi (tabela 21a). Što se tiče ekstenzografskih pokazatelja, brašno II krupača je takođe sa većim maksimalnim otporom, većom rastegljivošću, većom energijom i većim sadržajem glutena, u odnosu na brašno I krupača. Brašno sortirera pripada kategoriji brašna krupljenja, i to se vidi i po kvalitetnim karakteristikama, po kojima je između brašna I krupača i brašna II krupača. U odnosu na sva analizirana pasažna brašna, brašna krupljenja su najkvalitetnija. Slična je situacija i sa uzorkom 4 i uzorkom 5, gdje brašno II krupača spada u A₁ kvalitetnu grupu, dok brašno I krupača i sortirera u A₂ kvalitetnu grupu, i gdje takođe po ekstenzografskim pokazateljima i sadržaju glutena, najveće vrijednosti su zabilježene kod brašna II krupača, a zatim kod brašna I krupača i sortirera (tabele 22a i 23a). Takođe, ista se situacija ponavlja i sa brašnima krupljenja uzorka 6 (misli se na njihove međusobne odnose vrijednosti), ali su generalno najslabijeg kvaliteta u odnosu na brašna krupljenja ostalih uzoraka. Kod uzorka 6, brašno II krupača pripada kvalitetnoj grupi B₁, a brašno I krupača i sortirera spadaju u B₂ kvalitetnu grupu (tabela 24a). Od brašna krupljenja, najkvalitetnija su brašna uzoraka 5 i 4, potom 3, dok

su najmanje kvalitetna brašna krupljenja uzorka 6. Rezultati su u saglasnosti sa istraživanjima Žeželja (1995), po kojem je brašno II krupača kvalitetnije u odnosu na I krupač, te da su brašna II i III krupača najkvalitetnija pasažna brašna, gledano sa aspekta pecivnih osobina.

Brašna rastvaranja griza - Prema Žeželju (1995), pasažna brašna rastvaranja, po kvalitetu se nalaze između brašna krupljenja i brašna usitnjavanja krupice. Brašna prvog, drugog, trećeg i četvrtog rastvarača griza (1R, 2R, 3R i 4R), kod uzorka 3 i uzorka 4, ne pokazuju znatne razlike farinografskih, ekstenzografskih parametara i sadržaja glutena i sva pripadaju B₁ kvalitetnoj grupi (tabele 21 i 22). Sva ova brašna se kategorisu u kvalitetnija pasažna brašna, što je i u skladu sa tvrdnjama Žeželja. Kod uzorka 5, svi uzorci pasažnih brašna rastvaranja takođe spadaju u B₁ kvalitetnu grupu, osim drugog brašna sa 2R i prvog brašna sa 4R prolazišta koji pripadaju B₂ kvalitetnoj grupi (tabela 23). I generalno, uslijed slabijeg kvaliteta pšenice, i brašna rastvaranja su slabijeg kvaliteta kod uzorka 6 (pripadaju B₂ kvalitetnoj grupi, osim prvog brašna sa 3R i 4R prolazišta koji spadaju u B₁ grupu) (tabela 24).

Brašna izmeljavanja - Brašna prvih izmeljavanja spadaju u kvalitetnija pasažna brašna, dok su brašna posljednjih izmeljavanja slabijeg kvaliteta i u stvari su pasažna brašna najslabijeg kvaliteta (Žeželj, 1995). Iz tog razloga su analizirana samo brašna sa prvog i drugog prolazišta izmeljavanja. Kod uzorka 3, kada posmatramo dva brašna izdvojena sa 1M i dva brašna izdvojena sa 2M prolazišta, MUV opada, razvoj tijesta opada, stabilitet stagnira, stepen omekšanja raste, kvalitetni broj je u laganom opadanju, tako da brašna 1M ulaze u B₁ kvalitetnu grupu, dok prvo brašno sa 2M spada u B₂, a drugo brašno u B₁ kvalitetnu grupu (tabela 21b). Po ekstenzografskim parametrima brašna izdvojena sa 2M su za nijansu kvalitetnija u odnosu na 1M, ali bez značajnijih razlika u sadržaju glutena. Kod uzorka 4, određene razlike se mogu uočiti kada je riječ o farinografskim i ekstenzografskim pokazateljima, ali i sadržaju glutena. Prvo brašno 1M i drugo brašno 2M spadaju u istu kvalitetnu grupu B₁, dok drugo brašno 1M i prvo brašno 2M se ubrajaju u kvalitetnu grupu B₂ (tabela 22 b). Slična je situacija kod uzorka 5, u odnosu na uzorak 4, samo što oba brašna i sa 1M i sa 2M po kvalitetnom broju pripadaju B₁ kvalitetnoj grupi (tabela 23b). Brašna 1M, kod uzorka 6, su za nijansu kvalitetnija po farinografskim, ekstenzografskim parametrima i po sadržaju glutena, u odnosu na brašna izdvojena sa 2M (prvo brašno 1M je u B₁ grupi, dok su drugo brašno 1M te prvo i drugo brašno 2M u B₂ grupi) (tabela 24b). Najkvalitetnija brašna izmeljavanja, prema dobijenim rezultatima, su kod uzorka 5, a najmanje kvalitetna brašna su kod uzorka 6.

Tabela 26. Rezultati ispitivanja veličine čestica pasažnih brašna uzorka 3 (20:80)

Prolazište	Frakcija mlica (%)					
	200 µm Ostatak na situ 7xx	180 µm Ostatak na situ 8xx	140 µm Ostatak na situ 9xx	125 µm Ostatak na situ 10xx	112 µm Ostatak na situ 11xx	<112 µm Propad na situ 11xx
IP	0,23	0,65	0,98	3,06	6,73	88,35
IIP	0,36	1,28	1,53	3,12	5,88	87,83
2S	0,58	4,27	7,46	18,16	16,62	52,91
1Rb1	0,4	1,82	3,34	6,35	7,42	80,67
1Rb2	0,23	0,72	3,58	17,22	20,24	58,01
2Rb1	0,51	1,23	5,46	11,37	13,33	68,10
2Rb2	0,62	2,58	8,56	19,43	15,62	53,19
3Rb1	0,11	2,29	6,84	16,69	18,58	55,49
4Rb1	0,65	2,51	2,36	3,00	11,40	80,08
4Rb2	0,82	6,12	11,08	25,06	23,50	33,42
1Mb1	0,15	1,55	4,80	11,05	16,10	66,35
1Mb2	1,57	6,58	11,48	17,00	22,37	41,00
2Mb1	0,40	1,32	4,41	11,93	20,53	61,41
2Mb2	0,06	0,54	5,08	18,58	21,80	53,94

Tabela 27. Rezultati ispitivanja veličine čestica pasažnih brašna uzorka 4 (30:70)

Prolazište	Frakcija mlica (%)					
	200 µm Ostatak na situ 7xx	180 µm Ostatak na situ 8xx	140 µm Ostatak na situ 9xx	125 µm Ostatak na situ 10xx	112 µm Ostatak na situ 11xx	<112 µm Propad na situ 11xx
IP	0,38	0,65	1,06	2,56	7,20	88,15
IIP	0,60	1,49	1,42	3,42	7,08	85,99
2S	0,45	1,64	7,08	22,18	17,20	51,45
1Rb1	0,44	1,87	3,46	9,07	10,96	74,20
1Rb2	0,38	1,11	2,56	19,17	19,77	57,01
2Rb1	0,36	1,33	4,29	14,04	14,02	65,96
2Rb2	0,24	1,76	7,34	20,13	16,91	53,62
3Rb1	0,34	1,37	4,22	18,19	15,35	60,53
4Rb1	0,74	2,41	2,62	2,45	9,98	81,80
4Rb2	0,58	5,11	10,71	27,79	22,15	33,66
1Mb1	0,24	0,71	2,16	15,63	16,91	64,35
1Mb2	0,48	4,65	10,37	25,55	17,74	41,21
2Mb1	0,09	0,67	2,08	19,86	18,13	59,17
2Mb2	0,30	1,23	4,64	21,47	23,51	48,85

Tabela 28. Rezultati ispitivanja veličine čestica pasažnih brašna uzorka 5 (40:60)

Prolazište	Frakcija mlica (%)					
	200 µm Ostatak na situ 7xx	180 µm Ostatak na situ 8xx	140 µm Ostatak na situ 9xx	125 µm Ostatak na situ 10xx	112 µm Ostatak na situ 11xx	<112 µm Propad na situ 11xx
IP	0,33	0,66	0,68	3,10	13,39	81,84
IIP	0,62	1,60	2,45	3,40	11,10	80,83
2S	0,40	1,25	6,78	21,60	17,30	52,67
1Rb1	0,29	1,68	2,87	7,91	8,12	79,13
1Rb2	0,31	0,95	3,34	17,34	18,78	59,28
2Rb1	0,25	1,15	5,13	15,56	15,05	62,86
2Rb2	0,13	1,55	7,59	22,60	17,48	50,65
3Rb1	0,35	1,45	4,55	18,10	15,24	60,31
4Rb1	0,80	1,84	3,25	3,58	10,40	80,13
4Rb2	0,55	5,30	9,84	26,90	24,15	33,26
1Mb1	0,24	1,00	3,13	15,42	19,53	60,68
1Mb2	0,60	4,59	10,59	29,22	20,52	34,48
2Mb1	0,08	1,27	4,73	18,77	23,47	51,68
2Mb2	0,72	8,86	14,08	26,12	18,27	31,95

Tabela 29. Rezultati ispitivanja veličine čestica pasažnih brašna uzorka 6

Prolazište	Frakcija mlica (%)					
	200 µm Ostatak na situ 7xx	180 µm Ostatak na situ 8xx	140 µm Ostatak na situ 9xx	125 µm Ostatak na situ 10xx	112 µm Ostatak na situ 11xx	<112 µm Propad na situ 11xx
IP	0,09	0,45	2,22	4,74	7,90	84,60
IIP	0,00	0,53	2,98	7,17	8,40	80,92
2S	0,14	10,83	11,01	14,68	15,57	47,91
1Rb1	0,00	0,28	4,45	7,76	9,69	77,82
1Rb2	0,27	5,21	10,62	15,53	18,51	49,86
2Rb1	0,00	3,90	8,30	12,02	12,97	62,81
2Rb2	0,00	12,77	12,97	13,08	16,30	44,88
3Rb1	0,12	5,03	9,95	12,92	13,36	58,62
4Rb1	0,00	0,59	1,03	1,61	8,79	87,98
4Rb2	0,11	7,93	10,79	17,51	20,54	43,12
1Mb1	0,04	4,32	10,81	14,99	16,85	53,03
1Mb2	0,33	13,97	14,21	16,29	17,32	38,21
2Mb1	0,07	0,77	8,30	11,89	15,66	63,31
2Mb2	0,08	8,87	12,14	19,35	19,99	39,57

Tabela 30. Rezultati učešća čestica određene granulacije po uzorcima

Uzorak (mješavina pasažnih brašna)	Srednja vrijednost frakcija mliva (%)					
	200 µm Ostatak na situ 7xx	180 µm Ostatak na situ 8xx	140 µm Ostatak na situ 9xx	125 µm Ostatak na situ 10xx	112 µm Ostatak na situ 11xx	<112 µm Propad na situ 11xx
3 (20:80)	0,48 ^a	2,39 ^a	5,50 ^{ab}	13,00 ^a	15,72 ^a	62,91 ^a
4 (30:70)	0,40 ^a	1,86 ^a	4,57 ^a	15,82 ^a	15,49 ^a	61,85 ^a
5 (40:60)	0,41 ^a	2,37 ^a	5,64 ^{ab}	16,40 ^a	16,63 ^a	58,55 ^a
6	0,09 ^b	5,39 ^b	8,56 ^b	12,11 ^a	14,42 ^a	59,47 ^a

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina (n=14)

^{a-b} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Pasažna brašna I i II krupača, posmatrano po analiziranim uzorcima, imaju najveći procenat čestica veličine ispod 112 µm (80,83-88,35%), dok pasažno brašno drugog sortirera ima manji procenat čestica te veličine (47,91-52,91%), ali najveći dio čestica je veličine manje od 160 µm, što je u saglasnosti sa istraživanjima Žeželja (1995). Prva pasažna brašna sa rastvarača (R prolazišta) su uglavnom sa visokim procentom čestica veličine ispod 112 µm, dok su druga brašna istih prolazišta sa krupnijim česticama (180 µm i ispod), odnosno manjim procentom čestica veličine ispod 112 µm. Isti obrazac se može uočiti i kod prolazišta izmeljavanja (M prolazišta), gdje prva brašna imaju veći procenat čestica veličine ispod 112 µm (51,68-66,35%) u odnosu na druga izdvojena brašna (31,95-53,94%) (tabele 26, 27, 28 i 29). Generalno posmatrano, sva pasažna brašna imaju zanemarljivo mali procenat čestica veličine 200 µm, uglavnom se veličina čestica kreće oko 180 µm i ispod.

Deskriptivni dio analize varijanse ukazuje da pasažna brašna u okviru uzorka 6 imaju najmanji procenat čestica brašna veličine 200 µm (0,09%) (tabela 30). S druge strane, pasažna brašna iz uzorka 3 (20:80) imaju najveći procenat ovih čestica (0,48%). Pasažna brašna uzoraka 4 i 5, sadrže skoro identičan procenat čestica veličine 200 µm (0,40% i 0,41%). Rezultati statističke obrade podataka ukazuju na činjenicu da između analiziranih uzoraka 3, 4, 5 i 6, postoji statistički značajna razlika u učešću čestica veličine 200 µm ($F(3,52) = 7,122$, $p < 0,05$), odnosno rezultati LSD post hoc testa ukazuju da pasažna brašna uzorka 6 imaju statistički najmanji procenat pomenutih čestica u odnosu na ostale uzorke.

Prema deskriptivnom dijelu analize varijanse pasažna brašna uzorka 4 imaju najmanji procenat čestica veličine 180 µm (1,86%), najveći procenat od 5,39% čestica pomenute veličine imaju pasažna brašna uzorka 6, dok pasažna brašna uzoraka 3 i 5 imaju približno isti

procenat čestica posmatrane veličine (2,39% i 2,37%) (tabela 30). Rezultati ANOVA-e pokazuju da je prisutna statistički značajna razlika u prosječnom učešću čestica veličine 180 μm kod pasažnih brašna analiziranih uzoraka ($F(3,52) = 4,283$, $p = 0,09$), tj. rezultati provedenog LSD post hoc testa ukazuju da, u odnosu na ostale uzorke, pasažna brašna uzorka 6 imaju statistički posmatrano najveći procenat čestica pomenute veličine.

Kao i u slučaju učešća čestica veličine 180 μm , tako i kod procentualnog učešća čestica veličine 140 μm , rezultati analize varijanse ukazuju da postoje statistički značajne razlike kod pasažnih brašna posmatranih uzoraka ($F(3,52) = 3,192$, $p = 0,031$), odnosno provedeni LSD post hoc test ukazuje da pasažna brašna uzorka 6 imaju statistički najveći procenat čestica analizirane veličine (8,56%) (tabela 30).

Kad je riječ o procentualnom učešću čestica veličine 125 μm , rezultati ANOVA testa ukazuju na činjenicu da ne postoje statistički značajne razlike kod pasažnih brašna uzoraka 3, 4, 5 i 6 ($F(3,52) = 1,097$, $p = 0,359$). Takođe, rezultati LSD post hoc testa ukazuju da ne postoji statistički značajna razlika u sadržaju čestica veličine 125 μm između pasažnih brašna analiziranih uzoraka (u svim slučajevima vrijednost p je veća od postavljenog nivoa značajnosti 0,05).

Rezultati analize varijanse pokazuju da ne postoje statistički značajne razlike u procentualnom sadržaju čestica veličine 112 μm kod pasažnih brašna analiziranih uzoraka ($F(3,52) = 11,560$, $p = 0,719$). Takođe, rezultati LSD testa ukazuju na istu činjenicu, odnosno pokazuju da ne postoje statistički značajne razlike u sadržaju čestica pomenute veličine između analiziranih uzoraka.

Prema dostupnim rezultatima analize varijanse, kao i LSD post hoc testa, ne postoji statistički značajna razlika u učešću čestica veličine manje od 112 μm kod pasažnih brašna analiziranih uzoraka ($F(3,52) = 0,200$, $p = 0,896$).

4.3.3. Rezultati ispitivanja kvaliteta tipskih i namjenskih vrsta brašna i diskusija

4.3.3.1. Rezultati ispitivanja granulometrijskog sastava tipskih i namjenskih vrsta brašna

Tabela 31. Rezultati ispitivanja veličine čestica tipskih i namjenskih vrsta brašna

Vrsta brašna	Frakcija mliva (%)								
	530 µm Ostatak na situ 36GG	355 µm Ostatak na situ 52GG	300 µm Ostatak na situ 58GG	200 µm Ostatak na situ 7xx	180 µm Ostatak na situ 8xx	140 µm Ostatak na situ 9xx	125 µm Ostatak na situ 10xx	112 µm Ostatak na situ 11xx	<112 µm Propad na situ 11xx
1	0,00	0,00	0,00	0,25	5,24	6,87	11,60	14,41	61,63
2	0,00	0,00	0,00	0,28	4,76	7,74	13,32	11,23	62,67
3	0,00	0,00	0,00	0,45	4,57	6,05	14,38	13,23	61,32
4	14,70	10,74	35,13	29,14	3,80	6,49	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,48	1,48	39,45	30,10	28,49	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,10	0,38	10,85	14,35	35,60	38,72	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,56	1,12	1,26	1,10	2,49	93,47
8	0,00	0,00	0,00	0,17	1,52	10,29	11,32	12,25	64,45

1 - Pšenično bijelo brašno tip 500 za pekarsku industriju (proizvedeno od uzorka pšenice 3, tj. sa omjerom 20:80), 2 - Pšenično bijelo brašno tip 500 za pekarsku industriju (proizvedeno od uzorka pšenice 4, tj. sa omjerom 30:70), 3 - Pšenično bijelo brašno tip 500 za pekarsku industriju (proizvedeno od uzorka pšenice 5, tj. sa omjerom 40:60), 4 - Krupica za tjesteninu „Ruma“ (kontrolno brašno), 5 - Namjensko krupičasto brašno za tjesteninu, 6 - Namjensko oštro brašno za tjesteninu, 7 - Namjensko puder brašno za vafel listove, 8 - Namjensko pšenično bijelo brašno za štrudlice.

4.3.3.2. Rezultati ispitivanja tipskih vrsta brašna namijenjenih za pekarsku industriju

Tabela 32a. Rezultati ispitivanja tipskih vrsta brašna namijenjenih za pekarsku industriju – hemijski pokazatelji

	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
Hemijski pokazatelji			
Sadržaj vlage (%)	13,32 ^b ± 0,06	13,20 ^b ± 0,06	12,66 ^a ± 0,06
Sadržaj pepela (%)	0,47 ^a ± 0,02	0,47 ^a ± 0,01	0,48 ^a ± 0,01
Sadržaj pepela na s.m. (%)	0,54 ^a ± 0,02	0,54 ^a ± 0,01	0,55 ^a ± 0,01
Sadržaj masti (%)	1,69 ^c ± 0,05	1,29 ^b ± 0,01	0,95 ^a ± 0,02
Sadržaj proteina (%)	11,44 ^a ± 0,15	11,70 ^a ± 0,04	14,74 ^b ± 0,07
Sadržaj skroba (%)	69,53 ^b ± 0,02	69,02 ^a ± 0,13	69,00 ^a ± 0,14
Kiselinski stepen	2,50 ^a ± 0,00	2,50 ^a ± 0,00	2,50 ^a ± 0,00

Tabela 32b. Rezultati ispitivanja tipskih vrsta brašna namijenjenih za pekarsku industriju – farinografski i ekstenzografski pokazatelji, te pokazatelji kvaliteta glutena

	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
Farinografski pokazatelji			
Moć upijanja vode (%)	59,5 ^a ±0,08	61,0 ^b ±0,05	64 ^c ±0,12
Razvoj tijesta (min)	2,1 ^b ±0,00	2 ^a ±0,05	2,4 ^c ±0,05
Stabilitet tijesta (min)	0,7 ^a ±0,08	0,5 ^a ±0,12	0,7 ^a ±0,05
Stepen omekšavanja (FJ)	60 ^a ±0,94	66 ^b ±1,63	58 ^a ±1,41
Kvalitetni broj	57,1 ^b ±0,08	52,6 ^a ±0,09	58,5 ^c ±0,12
Kvalitetna grupa	B ₁	B ₁	B ₁
Ekstenzografski pokazatelji			
Otpor (EJ)	360 ^a ±4,08	360 ^a ±8,16	410 ^b ±4,71
Rastegljivost (mm)	167 ^{ab} ±1,25	170 ^b ±0,47	165 ^a ±0,82
Odnosni broj O/R	2,2 ^a ±0,01	2,1 ^a ±0,04	2,5 ^b ±0,02
Otpor maks. (EJ)	548 ^a ±6,24	650 ^b ±8,16	757 ^c ±4,71
Energija (cm ²)	113 ^a ±1,25	137 ^b ±0,82	148 ^c ±0,47
Pokazatelji kvaliteta glutena			
Gluten indeks (%)	95,1 ^a ±0,05	95,2 ^a ±0,16	97,2 ^b ±0,14
Vlažni gluten (%)	29,9 ^a ±0,17	29,7 ^a ±0,17	29,8 ^a ±0,19
Suvi gluten (%)	10,9 ^a ±0,05	10,6 ^a ±0,09	13,4 ^b ±0,08

1 - Pšenično bijelo brašno tip 500 za pekarsku industriju (proizvedeno od uzorka pšenice 3, tj. sa omjerom 20:80), 2 - Pšenično bijelo brašno tip 500 za pekarsku industriju (proizvedeno od uzorka pšenice 4, tj. sa omjerom 30:70), 3 - Pšenično bijelo brašno tip 500 za pekarsku industriju (proizvedeno od uzorka pšenice 5, tj. sa omjerom 40:60); Ekstenzogram je dobijen nakon 135 minuta odmaranja tijesta. Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija ($n=3$).

^{a-c} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($p<0,05$)

Pšenična bijela brašna tip 500 uzorak 1, 2 i 3, posmatrano sa aspekta granulacije čestica (tabela 31), su pogodna za proizvodnju hljeba i pekarskih proizvoda, prema istraživanjima Žeželja (za pekarske potrebe najbolje je brašno sa srednjim prečnikom čestica od 70-80 µm, odnosno sa granulacijom do 180 µm). Granulometrijski sastav analiziranih uzoraka je u saglasnosti i sa istraživanjima autora Szafranska (2014), koja su provedena na 38 komercijalnih uzoraka pšeničnog brašna tip 550 za koje je utvrđeno da su fine granulacije (najveći procenat čestica je veličine ispod 95 µm).

Rezultati statističke obrade podataka i provedenog Tukey post hoc testa ukazuju na činjenicu da između uzoraka 1, 2 i 3 tipskih vrsta brašna namijenjenih za pekarsku industriju, ne postoji statistički značajna razlika u sadržaju pepela, sadržaju pepela na s.m., kiselinskom

stepenu, stabilitetu tijesta, te sadržaju vlažnog glutena, dok u pogledu ostalih hemijskih, farinografskih, ekstenzografskih pokazatelja, te pokazatelja kvaliteta glutena postoji statistički značajna razlika (tabela 32a i 32b).

Sva tri posmatrana uzorka, prema sadržaju mineralnih materija (tabela 32a), u skladu sa zakonskom regulativom (Pravilnik o proizvodima od žitarica, Službeni glasnik BiH, broj 76/10), se kategorisu u brašno tip 500, ili opisno rečeno pšenično bijelo brašno, koje predstavlja osnovno pšenično brašno i najčešće se upotrebljava u pekarstvu. Takođe je u saglasnosti sa sadržajem pepela u pšeničnim hljebnim brašnima prema Đakoviću (1969) koji se kreće u granicama od 0,4-1,7%. Sadržaj vlage u posmatranim uzorcima je ispod granične vrijednosti koju propisuje prethodno spomenuti Pravilnik (ispod 15%), kao i kiselinski stepen. Sadržaj masti, proteina i skroba su takođe u skladu sa najčešćim sastavom pšeničnih hljevnih brašna (Đaković, 1969; Carson i Edwards, 2009; Finnie i Atwell, 2016). Prema Đakoviću (1969), za dobijanje tijesta normalne konzistencije brašno treba sadržavati minimalno 7,5% proteina, što analizirani uzorci zadovoljavaju. Sadržaj vlažnog glutena, u posmatranim uzorcima (tabela 32b), je na donjoj granici intervala od 30-35%, koji je prema Đakoviću najčešći u hljebnim brašnima, dok prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998) sadržaj vlažnog glutena u analiziranim uzorcima je vrlo dobar (sadržaj vlažnog glutena preko 27% označava se kao vrlo dobar). Oručević (2010) konstatuje da sadržaj glutena u pšeničnim brašnima varira od 20-35%, a u tim granicama je i sadržaj glutena analiziranih uzoraka. Isti autor konstatuje da je vrijednost gluten indeksa, kao jednog od parametara kvaliteta glutena, između 60 i 90 optimalna za proizvodnju pekarskih proizvoda, pa u skladu sa tim gluten indeks posmatranih uzoraka ima vrijednost iznad granica prethodno spomenutog intervala.

Prema studijama autora Oručević (2010), kvalitet brašna koja pripadaju kvalitetnim grupama B₁ i B₂ najoptimalniji je za proizvodnju pekarskih proizvoda, dok su brašna iz kvalitetne grupe A suviše jaka, a brašna iz grupe C nepodesna u pekarstvu. Prema farinografskim pokazateljima, sva tri analizirana uzorka brašna pripadaju kvalitetnoj grupi B₁, i prema tome su podesna za upotrebu u pekarskoj industriji.

Moć upijanja vode brašna, prema Kljusuriću (2000), za potrebe pekarske industrije se kreće od 50% (slaba brašna) do 65% (jaka brašna). Prema prethodno navedenoj podjeli, analizirani uzorci 1, 2 i 3 su u okviru granica MUV za pekarsku industriju i mogu se smatrati jakim brašnima. Vrijednosti moći upijanja vode analiziranih uzoraka pšeničnog brašna su se kretale u granicama od 59,5 do 64% (tabela 32b). Do sličnih rezultata istraživanja provedenog na 8 uzoraka komercijalnog pšeničnog brašna tip 500, gdje se moć upijanja vode kretala u rangu od 55,5% do 68,5% došli su i autori studije Stamatowska i sar. (2016).

Uzorak 3, posmatrano kroz ekstenzografske pokazatelje, ima najveću vrijednost otpora, maksimalnog otpora i energije, što ga čini najjačim brašnom u odnosu na ostale posmatrane uzorke. Prema Žeželju (1995), odnos O/R, kod hljebnih vrsta brašna se kreće u granicama 1,5-2,5, i s tim je u saglasnosti uzorak 1 i 2, dok je uzorak 3 na gornjoj granici.

Zahtjevi kvaliteta za potrebe pekarske industrije

Prikupljeni zahtjevi u pogledu određenih parametara kvaliteta brašna kupaca iz pekarske industrije (preduzeće „Žitopeka“ d.o.o. Banja Luka) navedeni su u tabeli 33. Ostali parametri nisu definisani od strane kupca.

Tabela 33. Zahtjevani kvalitetni parametri brašna za pekarsku industriju

	Zahtjevane vrijednosti parametara					
	Vlažni gluten (%)	MUV (%)	Stepen omekša. (FJ)	Kvalitetna grupa	Rastegljivost (mm)	Otpor maks. (EJ)
Pšenično brašno T-500	min. 25	57-64	18-60	A ₂ /B ₁	165-204	min. 400

U skladu sa zahtjevima koje je postavio proizvođač pekarskih proizvoda, proizvedeni uzorci brašna 1, 2 i 3 zadovoljavaju u pogledu sadržaja vlažnog glutena, moći upijanja vode, stepena omekšavanja i pripadanja željenoj kvalitetnoj grupi. Jedini izuzetak je stepen omekšavanja uzorka 2 koji je iznad gornje granice postavljene od strane kupca. Kada je riječ o vrijednostima ekstenzografskih pokazatelja kvaliteta postavljenih od strane proizvođača pekarskih proizvoda, analizirani uzorci brašna zadovoljavaju u pogledu rastegljivosti i maksimalnog otpora. Generalno posmatrano, proizvedena brašna zadovoljavaju zahtjeve kupca iz pekarske industrije u pogledu definisanih parametara kvaliteta.

4.3.3.3. Rezultati ispitivanja kvaliteta namjenskih vrsta brašna za tjesteničarsku industriju

Tabela 34. Rezultati ispitivanja kvaliteta namjenskih vrsta brašna za tjesteničarsku industriju

	Uzorak 4	Uzorak 5	Uzorak 6
Hemijski pokazatelji			
Sadržaj vlage (%)	14,10±0,10	12,78±0,06	12,63±0,08
Sadržaj pepela (%)	0,32±0,02	0,33±0,03	0,39±0,09
Sadržaj pepela na s.m. (%)	0,37±0,02	0,38±0,04	0,45±0,09
Sadržaj masti (%)	1,36±0,25	1,26±0,14	1,91±0,62
Sadržaj proteina (%)	9,53±0,04	9,55±0,07	10,15±0,11
Sadržaj skroba (%)	72,73±0,12	74,31±0,60	73,12±0,70
Kiselinski stepen	1,70±0,08	1,8±0,08	1,87±0,05
Farinografski pokazatelji			
Moć upijanja vode (%)	-	54,0	56,2
Razvoj tijesta (min)	-	2,00	2,00
Stabilitet tijesta (min)	-	0,70	0,60
Stepen omekšavanja (FJ)	-	35	20
Kvalitetni broj	-	69,9	70,2
Kvalitetna grupa	-	B ₁	A ₂
Ekstenzografski pokazatelji			
Otpor (EJ)	-	530	465
Rastegljivost (mm)	-	128	137
Odnosni broj O/R	-	4,14	3,39
Otpor maks. (EJ)	-	680	630
Energija (cm ²)	-	120	115
Pokazatelji kvaliteta glutena			
Gluten indeks (%)	-	97,2	97,5
Vlažni gluten (%)	-	29,0	29,8
Sivi gluten (%)	-	12,8	13,3

4 - Krupica za tjesteninu „Ruma“ (kontrolno brašno), 5 - Namjensko krupičasto brašno za tjesteninu (proizvedeno od uzorka pšenice 5, tj. sa omjerom 40:60), 6 - Namjensko oštro brašno za tjesteninu (proizvedeno od uzorka pšenice 5, tj. sa omjerom 40:60). Ekstenzogram je dobijen nakon 135 minuta odmaranja tijesta. Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina (n=3).

Prema autoru Škrobotu (2016), smatra se da je optimalna veličina čestica durum krupice u rasponu od 200-300 µm. Uzorak 4, kao kontrolno brašno, ima najveći procenat čestica sa promjerom u tim granicama od 200-300 µm (64,27%), čestica većih od 300 µm ima 25,44%, a manjih od 200 µm ima 10,29% (tabela 31). Uzorak 5, krupičasto brašno se odlikuje sa 40,93% čestica promjera u granicama 200-300 µm, vrlo malo (0,48%) čestica većih od 300

μm , i najveći dio čestica veličine ispod $200 \mu\text{m}$ (58,59%) (tabela 31). Oštro brašno, uzorak 6, gotovo da i nema čestica veličine $200\text{-}300 \mu\text{m}$ (0,48%), većih čestica od $300 \mu\text{m}$ nema, a najveći dio čestica je veličine ispod $200 \mu\text{m}$ i to 99,52% (tabela 31). Kontrolno brašno (krupica) ima najpričližniju granulaciju optimalnom slučaju, krupičasto brašno se odlikuje prisustvom i sitnijih čestica, dok oštro brašno karakteriše prisutvo samo sitnijih čestica, što je očekivano i prihvatljivo s obzirom da je riječ o namjenskim brašnima koja se inače odlikuju sitnjom granulacijom u odnosu na krupicu. Iako prema većini autora za krupicu dobijenu od hljebne pšenice sadržaj čestica treba da je minimalno 80% iznad $250 \mu\text{m}$, urađena su istraživanja sa semolinom različitih granulacionih sastava i došlo se do dobrih rezultata i sa krupicom sitnije granulacije ispod $250 \mu\text{m}$ (Bejarović, 2001).

Za krupicu dobijenu od hljebnih sorti pšenice maksimum za sadržaj vode je 15%, maksimalna vrijednost za pepeo je do 0,45%, dok maksimum za kiselinski stepen je 2,5 (Bejarović, 2001). Sadržaj vode, pepela i kiselinski stepen u analiziranim uzorcima 4, 5 i 6 (tabela 34) je u saglasnosti sa prethodno spomenutim istraživanjima autora Bejarović.

Optimalan sadržaj vlažnog glutena za proizvodnju tjestenine je u granicama od 32-33%, mada količina vlažnog lijepka ne bi trebalo da je niža od 28% niti viša od 40% (Bejarović, 2001). Količina vlažnog glutena u ispitivanim uzorcima 5 i 6 je bliža donjoj granici intervala 28-40%, ali je ispod vrijednosti za optimalan sadržaj glutena. Gluten treba da je dosta elastičan i ograničeno rastegljiv (maksimum 25 cm), i u skladu sa tim rastegljivost ispitivanih uzoraka 5 i 6 je ispod preporučenog maksimuma. Količina upotrebljene vode za zamjes tijesta za tjesteninu iznosi 29-35%, dok količina koja se koristi za formiranje tijesta u proizvodnji hljeba je od 50-60% (Bejarović, 2001). Reološka ispitivanja tijesta su za konzistenciju sličnu hljebnom tjestu, iz tih razloga reološka ocjena nije realna za potrebe u proizvodnji tjestenine. Uglavnom, tjesto sa stepenom omekšanja većim od 90 FJ ne može se koristiti u proizvodnji tjestenine. Vrijednosti za stepen omekšanja između 40 i 60 FJ mogu se uzeti u obzir kao relativno dobre. Za proizvodnju tjestenine preporučuje se brašno B kvalitetne grupe (Bejarović, 2001). Analizirane uzorce 5 i 6 karakteriše stepen omekšanja ispod 90 FJ, pa čak i ispod 40 FJ.

Zahtjevi kvaliteta za potrebe tjesteničarske industrije

Prikupljeni zahtjevi u pogledu određenih parametara kvaliteta pšenične krupice kupaca iz tjesteničarske industrije („Italijana“d.o.o. Banja Luka) navedeni su u tabeli 35. Ostali parametri nisu definisani od strane kupca.

Tabela 35. Zahtjevani kvalitetni parametri pšenične krupice za tjesteničarsku industriju

	Zahtjevane vrijednosti parametara								
	Sadržaj vlage %	Sadržaj pepela %	Vlažni gluten %	Stepen omekšav. (FJ)	Otpor (EJ)	Rastegljivost mm	Kvalitetna grupa	Viskozitet (AI)	Granulacija
Pšenična krupica T-400	maks. 15	maks. 0,50	min. 28,0	40-90	200 - 300	130 - 150	B ₁ -A ₂	min. 600	<190 µm (10%) 190-200 µm (10%) 200-350 µm (80%)

Posmatrajući zahtjeve koje je definisao kupac pšenične krupice za tjesteničarsku industriju, proizvedeni uzorci 5 i 6, zadovoljavaju u pogledu sadržaja vlage, sadržaja pepela na s.m. i sadržaja vlažnog glutena. Stepen omekšavanja je niži, a otpor je viši u odnosu na definisane zahtjeve kupca. Rastegljivost ispitivanih uzoraka 5 i 6 je na donjoj granici zahtjevanog intervala postavljenog od strane kupca. U pogledu kvalitetne grupe, uzorak 5 pripada B₁ kvalitetnoj grupi, a uzorak 6 pripada A₂ kvalitetnoj grupi, što zadovoljava uslove kupca. Amilografske podatke nismo bili u mogućnosti da poređimo, a granulometrijski posmatrano uzorci 5 i 6 ne zadovoljavaju zahtjeve kupca, jer su čestice sitnije granulacije nego što je to kupac predvidio u svojim zahtjevima. Dakle, proizvedeni uzorci brašna 5 i 6 većim dijelom ispunjavaju zahtjeve kupca.

4.3.3.4. Rezultati ispitivanja kvaliteta namjenskih vrsta brašna za izradu odabralih proizvoda srodnih keksu

Tabela 36. Rezultati ispitivanja kvaliteta namjenskih vrsta brašna za izradu odabralih proizvoda srodnih keksu

	Uzorak 7	Uzorak 8
Hemijski pokazatelji		
Sadržaj vlage (%)	11,78±0,03	13,18±0,12
Sadržaj pepela (%)	0,43±0,01	0,47±0,01
Sadržaj pepela na s.m. (%)	0,49±0,02	0,54±0,01
Sadržaj masti (%)	0,82±0,02	1,43±0,09
Sadržaj proteina (%)	11,15±0,04	9,96±0,06
Sadržaj skroba (%)	73,69±0,05	72,23±0,71
Kiselinski stepen	2,00±0,00	2,10±0,08
Farinografski pokazatelji		
Moć upijanja vode (%)	58,5	55,5
Razvoj tjesteta (min)	2	1,7
Stabilitet tjesteta (min)	0,5	0,8
Stepen omekšavanja (FJ)	72	87
Kvalitetni broj	57,9	55,3
Kvalitetna grupa	B ₁	B ₁
Ekstenzografski pokazatelji		
Otpor (EJ)	320	300
Rastegljivost (mm)	179	168
Odnosni broj O/R	1,8	1,8
Otpor maks. (EJ)	550	470
Energija (cm ²)	114	100
Pokazatelji kvaliteta glutena		
Gluten indeks (%)	97,4	98,2
Vlažni gluten (%)	27,5	24,1
Sivi gluten (%)	11,6	8,8

7 - Namjensko puder brašno za vafel listove (proizvedeno od uzorka pšenice 6), 8 - Namjensko pšenično bijelo brašno za štrudlice (proizvedeno od uzorka pšenice 6). Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina (n=3).

Ekstenzogram je dobijen nakon 135 minuta odmaranja tjesteta.

Proizvedeni uzorci brašna 7 i 8, imaju sadržaj vlage i kiselinski stepen ispod granične vrijednosti propisane važećom zakonskom regulativom. U skladu sa već pomenutim Pravilnikom (Službeni glasnik BiH, broj 76/10), sadržaj mineralnih materija svrstava ova dva

uzorka u pšenično brašno tip 500, čime se zadovoljava prvi uslov da se u proizvodnji keksa i proizvoda srodnih keksa upotrebljava upravo taj tip brašna (mada se može koristiti i brašno tip 650). Sadržaj masti, proteina i skroba su u saglasnosti sa najčešćim sastavom pšeničnih vrsta brašna autora Đakovića (1969).

Proizvedeni uzorak 7, prema granulometrijskom sastavu (tabela 31), pripada puder brašnu gdje su čestice ispod $80 \mu\text{m}$ (93,47% čestica veličine ispod $112 \mu\text{m}$), što je u saglasnosti sa tvrdnjama Gavrilović (2003) o potrebi da se koristi brašno veoma fine granulacije u izradi vafel lista. Preporučuje se, za proizvodnju vafel lista, kao povoljnije brašno sa manjom moći upijanja vode, kvalitetne podgrupe B_2 i C_1 , i sadržajem proteina između 8-10% (Gavrilović, 2003). Analizirani uzorak 7 se odlikuje većom moći upijanja vode nego što bi bilo optimalno za proizvodnju keksa (50-55%), spada u kvalitetnu podgrupu B_1 , i sadržaj proteina je veći u odnosu na optimalni, prema autoru Gavriloviću. Takođe, sadržaj vlažnog glutena uzorka 7 je viši u odnosu na ispitivanja prethodno pomenutog autora, u okviru kojih sadržaj vlažnog glutena za namjenska brašna slabih, mekih sorti pšenice, za keks i proizvode slične njemu, treba da se kreće od 20-25%. Ekstenzografski podaci pokazuju, kod uzorka 7 (tabela 36), srednji otpor na rastezanje, dobru rastegljivost i veću energijsku vrijednost za posmatranu namjenu (preporučuje se brašno za vafle sa malom energijskom vrijednošću). Analizirajući uzorak 7, dolazimo do zaključka da je riječ o brašnu koje je kvalitetnije i jače od optimalnog brašna za posmatranu namjenu (prema literaturnim podacima).

Kada je riječ o granulometrijskom sastavu brašna, obično mlin u dogovoru sa kupcem proizvodi namjensko brašno koje se može, zavisno od potreba, svrstati u fino glatko, glatko, slabo poluoštros, poluoštros i oštros (Gavrilović, 2003). Proizvedeni uzorak 8, prema granulometrijskom sastavu (tabela 31), pripada slabom poluoštrom brašnu, što je i u skladu sa zahtjevima za namjensko brašno za proizvodnju trajnog kolača (Gavrilović, 2003). Prema istom autoru, predmetno namjensko brašno treba da ima moć upijanja vode 55-60%, sadržaj vlažnog glutena 26-30%, sadržaj pepela 0,46-1,15%, maks. otpor 300-450 EJ i rastegljivost 160-180 mm. Analizirani uzorak 8 ima odgovarajuću moć upijanja vode, rastegljivost i sadržaj pepela, prema prethodno navedenom autoru, nešto niži sadržaj vlažnog glutena, te za nijansu višu vrijednost maksimalnog otpora. Dakle, riječ je o brašnu koje uglavnom ispunjava zahtjeve za proizvodnju trajnih kolača (prema autoru Gavriloviću).

Zahtjevi kvaliteta za potrebe izrade odabranih proizvoda srodnih keksu

Prikupljeni zahtjevi u pogledu određenih parametara kvaliteta brašna kupaca iz industrijskih grana za proizvodnju proizvoda srodnih keksima („Daž Aleksandrija nova“

d.o.o. Zvornik – brašno za proizvodnju štrudlica, „Mira“ a.d. Prijedor – brašno za proizvodnju vafel lista) navedeni su u tabeli 37. Ostali parametri nisu definisani od strane kupca.

Tabela 37. Zahtjevani kvalitetni parametri brašna za proizvodnju vafel lista i štrudlica

Naziv parametra	Zahtjevane vrijednosti parametara	
	Brašno za proizvodnju štrudlica	Brašno za proizvodnju vafel lista
Sadržaj vlage (%)	do 15	maks. 15
Sadržaj pepela na s.m. (%)	0,46-0,55	0,46-0,55
Sadržaj vlažnog glutena (%)	oko 25	22-27*
Kiselinski stepen	do 3	maks. 3
Moć upijanja vode (%)	oko 55	53-60*
Razvoj tijesta (min)	0,5-1,25	-
Stabilitet tijesta (min)	do 1,5	-
Stepen omekšanja tijesta (FJ)	85-120	70-120*
Kvalitetna klasa	B ₂ , C ₁	B ₂ , C
Energija tijesta (cm ²)	50-60	-
Otpor tijesta (EJ)	180-320	200-400
Maks. otpor tijesta (EJ)	-	300-600
Rastegljivost (mm)	150-180	120-180
Odnos O/R	1-2	-
Viskozitet (AJ)	400-600	350-750
Granulacija (%)	do 5% (150 µm)	maks. 1,5% (132 µm)*
Napomena		Izgled: karakteristična bijela boja za brašno; Konzistencija: praškasta; Okus/miris: karakteristični za brašno

Parametri kvaliteta označeni zvjezdicom * moraju biti zadovoljeni prilikom preuzimanja i ocjenjuju se od strane kupca.

Prema zahtjevima koje je postavio kupac brašna za proizvodnju štrudlica, proizvedeni uzorak brašna 8 zadovoljava u pogledu sadržaja vlage, sadržaja pepela na s.m., sadržaja vlažnog glutena, kiselinskog stepena, moći upijanja vode, stabiliteta tijesta, stepena omekšanja tijesta, otpora tijesta, rastegljivosti i odnosa O/R. Pripremljeni uzorak brašna 8 ne pripada zahtjevanoj kvalitetnoj klasi B₂ ili C₁, već je u B₁ kvalitetnoj grupi, sa dužim razvojem tijesta od zahtjevanog, i većom vrijednošću energije u odnosu na granicu postavljenu od strane kupca. Ponekad namjenska brašna, po svojim nekim karakteristikama, odstupaju od zahtjevanih graničnih vrijednosti, i to je i ovdje slučaj gdje tri posmatrana parametra odstupaju, ukazujući da je brašno za nijansu jače od traženog kvaliteta, dok dva parametra (viskozitet i granulaciju) nismo mogli ocijeniti. Dakle, analizirano brašno najvećim dijelom zadovoljava zahtjeve kupca.

Ako posmatramo zahtjeve postavljene od strane kupca brašna za proizvodnju vafel listova, proizvedeni uzorak brašna 7 zadovoljava u pogledu sljedećih parametara kvaliteta: sadržaj vlage, sadržaj pepela na s.m., kiselinski stepen, moć upijanja vode, stepen omekšanja, otpor, maksimalni otpor, rastegljivost. Analizirani uzorak brašna ima veći sadržaj vlažnog glutena i pripada u višu kvalitetnu grupu, u odnosu na zahtjeve postavljene od strane kupca. Granulometrijski sastav nije određivan na sitima istog promjera otvora, pa sa sigurnošću se ne mogu upoređivati dobijeni rezultati, ali ako se uporedi ostatak na situ 10 xx, koji prema zahtjevima kupca može biti maksimalno 1,5%, onda ispitivani uzorak sa granulometrijskog aspekta zadovoljava. Parametre viskoziteta nismo mogli ocijeniti. Kao kod uzorka 8, i uzorak 7 je za nijansu jačeg kvaliteta, ali najvećim dijelom zadovoljava u odnosu na brašno čije je kvalitetne zahtjeve postavio kupac.

4.3.4. Rezultati ispitivanja kvaliteta gotovih proizvoda i diskusija

4.3.4.1. Rezultati ispitivanja kvaliteta pekarskih proizvoda – hljeba

Eksperimentalni dio ovog istraživanja obuhvata i izbor i modelovanje količinskog odnosa pšenica i pasažnih brašna različitih svojstava, kako bi se proizvela tipska pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu pekarskih proizvoda – hljeba. Da bi se ispitao tehnološki kvalitet tri proizvedena uzorka tipskog pšeničnog brašna, izvršena je industrijska proizvodnja i pečenje hljebova (oznaka uzorka hljeba 1, 2 i 3, u skladu sa upotrebljenim uzorcima tipskih pšeničnih brašna 1, 2 i 3), a nakon toga i analiza njihovog tehnološkog i senzornog kvaliteta.

Tabela 38. Rezultati hemijske analize uzorka hljeba

Oznaka uzorka	Pepeo (%)	Vлага (%)	NaCl (%)	Skrob (%)	Proteini (%)	Mast (%)
1	1,65 ^a ±0,02	37,83 ^b ±0,16	1,73 ^a ±0,02	45,96 ^a ±0,45	12,34 ^a ±0,03	0,11 ^a ±0,04
2	1,62 ^a ±0,02	37,01 ^a ±0,27	1,88 ^b ±0,04	46,14 ^a ±0,42	12,40 ^a ±0,33	0,24 ^a ±0,17
3	1,66 ^a ±0,03	37,18 ^{ab} ±0,24	2,00 ^c ±0,04	46,01 ^a ±0,13	12,30 ^a ±0,47	0,35 ^a ±0,23

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=3)

^{a-c} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 39. Rezultati instrumentalnog određivanja boje gornje površine i sredine kore hljeba

Oznaka uzorka	L*		a*		b*	
	kora	sredina	kora	sredina	kora	sredina
1	43,6 ^a ±5,89	78,96 ^a ±3,02	17,18 ^a ±1,07	-0,05 ^b ±0,10	26,06 ^a ±5,26	13,68 ^a ±1,00
2	43,70 ^a ±4,07	79,09 ^a ±2,40	17,61 ^a ±0,65	-0,12 ^{ab} ±0,14	27,38 ^{ab} ±3,42	13,85 ^a ±0,76
3	49,40 ^b ±4,14	80,14 ^a ±1,94	17,94 ^a ±0,69	-0,22 ^a ±0,07	31,65 ^b ±3,51	13,24 ^a ±0,76

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=10)

^{a-c} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 40. Rezultati instrumentalnog određivanja teksture hljeba

Oznaka uzorka		Tvrdoća (g)	Elastičnost	Kohezivnost	Žvakljivost (g)	Otpor
1	Average	2949,34 ^{ab}	0,92 ^{ab}	0,58 ^b	1574,09 ^a	0,17 ^{ab}
	Min	2490,9	0,91	0,56	1372,05	0,16
	Max	3609,8	0,92	0,60	1864,69	0,18
	SD	394,74	0,00	0,01	183,57	0,01
2	Average	2616,68 ^a	0,93 ^b	0,61 ^c	1483,02 ^a	0,18 ^b
	Min	2160,4	0,92	0,58	1220,71	0,16
	Max	3461,9	0,95	0,64	1849,31	0,19
	SD	470,52	0,01	0,02	221,45	0,01
3	Average	4157,22 ^b	0,89 ^a	0,55 ^a	2027,01 ^a	0,15 ^a
	Min	2347,2	0,85	0,53	1234,63	0,14
	Max	4986,3	0,92	0,57	2433,22	0,17
	SD	966,80	0,02	0,01	422,45	0,01

Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ± standardna devijacija (n=5)

^{a-c} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 41. Pregled rezultata senzorne ocjene kvaliteta uzorka hljeba

Oznaka uzorka	(1) Oblik i volumen (X_{sr})	(1) Oblik i volumen, korigovana ocjena ($X_{sr} * 4$)	(2) Spoljašnji izgled (X_{sr})	(2) Spoljašnji izgled, korigovana ocjena ($X_{sr} * 3$)	(3) Izgled sredine (X_{sr})	(3) Izgled sredine, korigovana ocjena ($X_{sr} * 5$)	(4) Miris kore i sredine (X_{sr})	(4) Miris kore i sredine, korigovana ocjena ($X_{sr} * 3$)	(5) Utkus kore i sredine (X_{sr})	(5) Utkus kore i sredine, korigovana ocjena ($X_{sr} * 5$)	Zbir korigovanih ocjena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)
1	4,54 ^a	18,16 ^a	4,25 ^a	12,75 ^a	4,43 ^a	22,15 ^a	4,50 ^a	13,50 ^a	4,61 ^a	23,05 ^a	89,61
2	4,33 ^a	17,32 ^a	4,25 ^a	12,75 ^a	4,35 ^a	21,75 ^a	4,43 ^a	13,29 ^a	4,44 ^a	22,20 ^a	87,31
3	4,31 ^a	17,24 ^a	4,39 ^a	13,17 ^a	4,45 ^a	22,25 ^a	4,66 ^a	13,98 ^a	4,60 ^a	23,00 ^a	89,64

X_{sr} = aritmetička sredina (n=22)

Korigovana ocjena = $X_{sr} * \text{koefficijent važnosti}$

^a Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Prosječna količina tijesta prije pečenja hljeba po komadu je 560 g, a prosječna masa pečenih uzoraka hljeba bila je 512 g za uzorak 1, 513 g za uzorak 2 i 515 g za uzorak 3, i približno je jednaka, ako se uzmu u obzir industrijski uslovi proizvodnje. Gubitak mase tokom pečenja se kretao oko 8,6 %.

Heminski sastav, pa samim tim i prehrambena vrijednost hljeba zavise od kvaliteta sastojaka i od primjenjene recepture, tj. od količine kvasca i drugih sastojaka korištenih za izradu tijesta. Prema autoru Milatoviću (1977), 100 g običnog bijelog hljeba ima oko 7,5 g proteina, 50 g ugljikohidrata, 1,5 g masnoća, 2 g mineralnih materija i 39 g vode, vrijednosti slične rezultatima dobijenim za analizirane uzorke hljeba 1, 2 i 3 (tabela 38), proizvedene od tipskih brašna za potrebe realizovanja planiranih istraživanja. Značajniju razliku pokazuje sadržaj proteina koji je veći u odnosu na ispitivanja Milatovića, i sadržaj masti koji je manji, a razlike su proistekle iz kvaliteta korištenih osnovnih sastojaka. U prosjeku, proteini u hljebu su prisutni u intervalu od 8-15%, zavisno od tipa hljeba (www.bakeinfo.co.nz), a u tom rasponu su vrijednosti sadržaja proteina predmetnih uzoraka hljeba. Prema istom izvoru informacija, sadržaj soli u hljebu bi se trebao redukovati na 1,4%, mada analizirani uzorci imaju veći udio soli, i to je očekivano jer je prema recepturi korišteno 2% soli u toku zamjesa tijesta, da bi se postigao prijatan blago slan ukus. Poznato je da neslan hljeb i pecivo imaju neprijatan ukus.

Rezultati analize varijanse i Tukey post hoc testa pokazuju da analizirani uzorci hljeba sadrže statistički značajno različit sadržaj vlage ($F(2,6) = 7,190$, $p = 0,026$), kao rezultat uticaja faktora povezanih sa kvalitetom brašna, sposobnosti vezanja i zadržavanja vode u toku pečenja u industrijskim uslovima. LSD post hoc test ukazuje da uzorak hljeba 1 sadrži 37,83% vlage što je statistički značajno više u odnosu na sadržaj vlage kod uzorka 2, ali nema značajne razlike ova dva uzorka (1 i 2) u odnosu na uzorak 3. Korištenjem ANOVA testa, te Tukey i LSD post hoc testova, utvrdili smo da razlike u sadržaju pepela ($F(2,6) = 1,183$, $p = 0,369$), skroba ($F(2,6) = 0,128$, $p = 0,882$), proteina ($F(2,6) = 0,047$, $p = 0,955$) i masti ($F(2,6) = 1,046$, $p = 0,408$), kod posmatranih uzoraka hljeba nisu statistički značajne (tabela 38). Rezultati ANOVA testa, te Tukey post hoc testa, ukazuju da su razlike u sadržaju NaCl-a kod analiziranih uzoraka hljeba statistički značajne ($F(2,6) = 29,323$, $p = 0,001$), a mogu se povezati sa uslovima pečenja i gubitkom vode u odnosu na početnu količinu sadržanu u tjestu prije pečenja u industrijskim uslovima. LSD test pokazuje da uzorak 3 sadrži u prosjeku 2,00% NaCl, a relativno najmanji udio vlage od tri ispitivana uzorka hljeba, i da je ta zastupljenost statistički značajno veća od zastupljenosti NaCl kod uzorka 2 i 1, koji istovremeno imaju relativno manji sadržaj vlage u odnosu na uzorak 3 (tabela 38).

Karakteristike boje (L^* , a^* , b^*) kore i sredine uzoraka hljeba su date u tabeli 39. L^* vrijednost pokazuje rast kod analiziranih uzoraka, odnosno i kora i sredina su svjetlijе posmatrano od uzorka 1 do uzorka 3. Rezultati analize varijanse ukazuju da između analiziranih vrsta hljeba postoji statistički značajna razlika u L^* vrijednosti kore ($F(2,27) = 4,348$, $p = 0,023$) i da ne postoji statistički značajna razlika u L^* vrijednosti sredine analiziranih uzoraka ($F(2,27) = 0,606$, $p = 0,553$). Post hoc testovi Tukey i LSD pokazuju da uzorak hljeba 3 ima statistički različitu L^* vrijednosti kore u odnosu na ostala dva uzorka (koji međusobno ne pokazuju statistički značajnu razliku).

Sredina sva tri uzorka hljeba ima negativnu vrijednost a^* , i odlikuje se blagim zelenim tonom, koji je intenzivniji kod uzorka 2 i 3. Rezultati ANOVA testa ukazuju da su između posmatranih uzoraka hljeba identifikovane statistički značajne razlike za vrijednost a^* sredine hljeba ($F(2,27) = 6,362$, $p = 0,005$). Tukey i LSD testovi pokazuju da uzorak hljeba 3 ima statistički značajno različitu vrijednost a^* sredine hljeba u odnosu na uzorak hljeba 1. Za razliku od sredine, kora ima udio crvenog tona koji je intenzivniji opet kod uzorka 2 i 3, u odnosu na uzorak 1, ali rezultati statističke obrade pokazuju da razlika u vrijednosti a^* kore posmatranih uzoraka hljeba nije statistički značajna ($F(2,27) = 1,892$, $p = 0,170$).

b^* vrijednosti sredine hljeba analiziranih uzoraka su sa sličnim udjelom žutog tona, što potvrđuju i rezultati analize varijanse (nisu identifikovane statistički značajne razlike za b^* vrijednosti sredine hljeba $F(2,27) = 1,245$, $p = 0,304$). S druge strane, kod kore raste udio žute boje od prvog do trećeg analiziranog uzorka, odnosno rezultati analize varijanse pokazuju da se između posmatranih uzoraka hljeba pokazuje statistički značajna razlika za b^* vrijednosti kore hljeba ($F(2,27) = 4,450$, $p = 0,021$). Tukey test ukazuje da uzorak hljeba 3 ima statistički značajno različitu vrijednost b^* kore hljeba u odnosu na uzorak 1, dok LSD test ukazuje da je analizirana b^* vrijednost kore uzorka 3 statistički značajno različita u odnosu na ostala dva uzorka.

Inače, vrijednosti L^* , a^* , b^* kod analiziranih uzoraka hljeba su slične vrijednostima koje je dobio autor Feili sa saradnicima (2013) za kontrolni uzorak hljeba napravljen od komercijalnog bijelog pšeničnog brašna. Takođe, karakteristike boje analiziranih uzoraka su u saglasnosti sa širokim intervalom vrijednosti L^* , a^* , b^* koje je tokom svojih istraživanja zabilježio Živančev (2014) za gornju površinu kore hljeba.

Kada je riječ o tvrdoći kao jednom od pokazatelja teksturnih svojstava sredine hljeba, sredina hljeba je najtvrdja kod uzorka 3, a najmekša kod uzorka 2 (tabela 40). Korištenjem analize varijanse utvrdili smo da kod posmatranih uzoraka hljeba postoje statistički značajne razlike u tvrdoći ($F(2,12) = 6,011$, $p = 0,016$). Tukey test potvrđuje da postoji statistički

značajna razlika između uzoraka 2 i 3, dok LSD test ukazuje na činjenicu da je uzorak hljeba 3 statistički značajno tvrđi od ostalih uzoraka i da između uzoraka 1 i 2 ne postoje statistički značajne razlike u tvrdoći hljeba.

Elastičnost sredine je svojstvo koje pokazuje u kojoj mjeri se sredina vraća u prvobitni oblik nakon izvršene kompresije, i za idealno elastičnu sredinu hljeba vrijednost bi bila jednaka 1 (Mastilović i sar., 2015). Elastičnost sredine analiziranih uzoraka hljeba je zadovoljavajuća (vrijednost oko 0,9), s tim što je najmanja kod uzorka 3, a najveća kod uzorka 2 (tabela 40). Rezultati analize varijanse ukazuju da se kod analiziranih uzoraka hljeba pojavljuje statistički značajna razlika u elastičnosti hljeba ($F(2,12) = 5,394$, $p = 0,021$). Kao i u slučaju tvrdoće, Tukey post hoc test potvrđuje da postoji statistički značajna razlika između uzorka 2 i 3 kad je riječ o elastičnosti, dok LSD test potvrđuje da uzorak hljeba 2 ima statistički značajnu veću elastičnost od uzorka 3 ($p = 0,007$).

Vrijednosti za kohezivnost sredine za analizirane uzorke su u granicama od 0,53-0,64 (tabela 40), što ukazuje da je kod proizvoda ipak došlo do određenog narušavanja strukture uslijed kompresije. Upotrebom ANOVA testa utvrđeno je da se između analiziranih uzoraka hljeba pojavljuju statistički značajne razlike u kohezivnosti ($F(2,12) = 15,340$, $p < 0,05$). Provedeni post hoc testovi Tukey i LSD ukazuju da se između svih posmatranih uzoraka hljeba pojavljuje statistički značajna razlika u kohezivnosti.

Žvakljivost se definiše kao svojstvo teksture koje se odnosi na kohezivnost i dužinu vremena, ili broj žvakova koji su potrebni da se sažvače čvrst proizvod do oblika spremnog za gutanje (Pestorić, 2011). Vrijednost žvakljivosti je najveća kod uzorka 3, a najmanja kod uzorka 2 (tabela 40). Rezultati analize varijanse ukazuju da se između posmatranih uzoraka hljeba ne pojavljuje statistički značajna razlika koja se tiče žvakljivosti.

Otpor je sposobnost sredine hljeba da nakon kompresije zadrži prvobitni oblik, i prema Mastilović i saradnicima (2015) žilav proizvod koji ima sposobnost da u potpunosti očuva oblik nakon kompresije, ima vrijednost ovog pokazatelja 1. U skladu sa tim, analizirani uzorci pokazuju malu žilavost, odnosno otpor (tabela 40). Korištenjem ANOVA testa utvrđeno je da se između analiziranih uzoraka hljeba pojavljuju razlike u otporu koje su statistički značajne ($F(2,12) = 9,702$, $p = 0,003$). Tukey test ukazuje na činjenicu da se uzorci 2 i 3 statistički značajno razlikuju u pogledu otpora, dok LSD test pokazuje da uzorak 3 ima statistički značajno manji otpor od uzorka 2 i 1.

Vrijednosti za tvrdoću, elastičnost, kohezivnost i žvakljivost analiziranih uzoraka, posebno kod uzorka 3, su u skladu sa vrijednostima pomenutih parametara za kontrolni uzorak hljeba autora Singh i sar. (2014).

Senzorno analizirani uzorci su postigli procenat od maksimalno mogućeg kvaliteta 89,61% za uzorak 1, 87,31% za uzorak 2 i 89,64% za uzorak 3 (tabela 41). U skladu sa istraživanjima autora Grujić (2015) gdje je objašnjeno vrednovanje nivoa kvaliteta bijelog hljeba (Prilog 4), svi ocjenjeni uzorci imaju vrlo dobar kvalitet, odnosno uzorak 1 i 3 su čak na granici vrlo dobrog i odličnog kvaliteta.

Rezultati analize varijanse, kao i post hoc testovi Tukey i LSD ukazuju da između analiziranih vrsta hljeba ne postoje statistički značajne razlike u obliku i volumenu, spoljašnjem izgledu, izgledu sredine, mirisu kore i sredine, te ukusu kore i sredine, odnosno u korigovanim ocjenama tih parametara.

Dobijene ocjene su slične pojedinačnim ocjenama za parametre boja kore, ukus, tekstura, miris i ocjeni za ukupnu prihvatljivost za kontrolni uzorak hljeba napravljen od pšeničnog brašna autora Nwosu i sar. (2014).



Slika 8. Uzorci hljeba pripremljeni za senzornu ocjenu (autor Suzana Bundalo)

Ova doktorska disertacija imala je za cilj da se ispita mogućnost da se uz postojeće specifične uslove i opremu u preduzeću „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka, korištenjem odabране polazne sirovine i dijagrama mljevenja, proizvedu tipska pšenična brašna koja imaju parametre kvaliteta usaglašene sa identifikovanim potrebama kupaca iz određenih industrijskih grana, odnosno za izradu pekarskih proizvoda. Rezultati do kojih se došlo na osnovu provedenih istraživanja i analiza, ukazali su na to da nema dovoljno dokaza da se odbaci **postavljena hipoteza H1**, odnosno, **da se pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa pšenica i pasažnih brašna različitih svojstava, mogu proizvesti tipska**

pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu pekarskih proizvoda – hljeba.

4.3.4.2. Rezultati ispitivanja kvaliteta tjestenine – makarona

U okviru eksperimentalnog dijela ovog istraživanja, nakon proizvodnje namjenskih pšeničnih brašna sa određenim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu tjesteničarskih proizvoda – makarona, da bi se ispitao tehnološki kvalitet pomenutih brašna, izvršena je industrijska proizvodnja tjestenine – makarona, a nakon toga i analiza njihovog tehnološkog i senzornog kvaliteta.

Tabela 42. Rezultati hemijske analize uzoraka nekuvanih makarona

Oznaka uzorka	Vлага (%)	Pepeo (%)	Proteini (%)	Mast (%)	Šećer (%)	Celuloza (%)	Skrob (%)	NaCl (%)	Kis. stepen
K	12,30 ^b ±0,01	0,36 ^a ±0,00	9,49 ^a ±0,06	0,60 ^a ±0,15	3,96 ^a ±0,17	0,17 ^b ±0,06	71,44 ^a ±0,97	0,18 ^a ±0,03	2,33 ^a ±0,09
E₁	9,88 ^a ±0,06	0,38 ^a ±0,01	9,69 ^{ab} ±0,09	0,56 ^a ±0,09	4,40 ^a ±0,19	0,04 ^a ±0,01	73,20 ^a ±0,96	0,24 ^a ±0,03	3,49 ^c ±0,20
E₂	9,90 ^a ±0,03	0,36 ^a ±0,00	9,97 ^b ±0,24	0,45 ^a ±0,03	3,96 ^a ±0,25	0,07 ^{ab} ±0,00	73,30 ^a ±0,50	0,21 ^a ±0,01	2,87 ^b ±0,09

K- kontrolni uzorak proizveden sa kontrolnim brašnom za proizvodnju tjestenina uzorak 4 - krupicom, E₁- eksperimentalni uzorak proizveden sa krupičastim brašnom uzorak 5, E₂- eksperimentalni uzorak proizveden sa oštrim brašnom uzorak 6. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost tri mjerena ± standardna devijacija. ^{a-c} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)

Tabela 43. Rezultati određivanja kvaliteta tjestenine kuvanjem

Oznaka uzorka	Optimalno vrijeme kuvanja tjestenine (min)	Količina apsorbovane vode (g)	Povećanje zapremine tjestenine pri kuvanju	Procenat raskuvavanja tjestenine (% s.m.)
K	11,0 ^a ±0,82	127,4 ^a ±11,06	2,83 ^a ±0,19	6,81 ^{ab} ±0,54
E₁	13,3 ^b ±0,47	143,63 ^a ±10,44	3,56 ^b ±0,16	5,74 ^a ±0,29
E₂	13,0 ^b ±0,00	137,27 ^a ±6,19	2,93 ^a ±0,10	7,22 ^b ±0,28

*K- kontrolni uzorak, E₁- eksperimentalni uzorak sa krupičastim brašnom, E₂- eksperimentalni uzorak sa oštrim brašnom. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost tri mjerena ± standardna devijacija
^{a-b} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (p<0,05)*

Tabela 44. Boja i tekstura nekuvane i kuvene tjestenine

Svojstvo	Nekuvana tjestenina Uzorak			Kuvana tjestenina Uzorak		
	K	E ₁	E ₂	K	E ₁	E ₂
L*	59,24 ^a ± 1,42	60,22 ^{ab} ± 1,36	60,86 ^b ± 1,06	71,98 ^a ± 0,97	72,55 ^a ± 0,86	72,98 ^a ± 1,12
a*	0,71 ^a ± 0,55	0,88 ^a ± 0,54	0,75 ^a ± 0,43	-1,79 ^b ± 0,12	-2,14 ^a ± 0,25	-1,95 ^{ab} ± 0,23
b*	18,05 ^b ± 1,36	16,52 ^a ± 1,17	16,13 ^a ± 0,68	11,41 ^a ± 1,00	11,05 ^a ± 1,13	10,47 ^a ± 1,12
ΔE	-	1,83 ± 0,93	2,51 ± 1,03	-	0,76 ± 0,95	1,38 ± 0,73
Tvrdoća (N)	27,75 ^a ± 1,04	63,64 ^b ± 1,56	58,45 ^b ± 2,26	-	-	-

K- kontrolni uzorak, E₁- eksperimentalni uzorak sa krupičastim brašnom, E₂- eksperimentalni uzorak sa oštrim brašnom.

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost deset mjerjenja ± standardna devijacija

^{a-b} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće

(p<0,05)

Tabela 45. Pregled rezultata senzorne ocjene kvaliteta uzoraka nekuvane tjestenine – makarona

Oznaka uzorka	Nekuvana tjestenina – makaroni				
	Oblik (X _{sr})	Boja i ujednačenost boje (X _{sr})	Izgled površine (X _{sr})	Lomljivost (X _{sr})	Ocjena za ukupni kvalitet
K	4,36 ^a	4,92 ^a	4,92 ^a	4,85 ^a	4,76
E ₁	4,38 ^a	4,82 ^a	4,90 ^a	5,00 ^b	4,78
E ₂	4,42 ^a	4,85 ^a	4,72 ^a	5,00 ^b	4,75

X_{sr} = aritmetička sredina za 20 ocjenjivanja

K- kontrolni uzorak, E₁- eksperimentalni uzorak sa krupičastim brašnom, E₂- eksperimentalni uzorak sa oštrim brašnom.

^{a-b} Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće

(p<0,05)

Tabela 46. Pregled rezultata senzorne ocjene kvaliteta uzoraka kuvene tjestenine – makarona

Oznaka uzorka	Kuvana tjestenina – makaroni								
	Oblik (X _{sr})	Boja i ujednačenost boje (X _{sr})	Miris (X _{sr})	Čvrstoća (X _{sr})	Elastičnost (X _{sr})	Ljepljivost (X _{sr})	Ukus i aroma (X _{sr})	Žvakljivost (X _{sr})	Ocjena za ukupni kvalitet
K	4,68 ^a	4,92 ^a	4,60 ^a	4,78 ^a	4,90 ^a	4,12 ^a	4,25 ^a	4,02 ^a	4,53
E ₁	4,40 ^a	4,82 ^a	4,58 ^a	4,55 ^a	4,85 ^a	3,95 ^a	4,40 ^a	4,18 ^a	4,47
E ₂	4,45 ^a	4,90 ^a	4,58 ^a	4,75 ^a	4,95 ^a	4,08 ^a	4,42 ^a	4,12 ^a	4,53

X_{sr} = aritmetička sredina za 20 ocjenjivanja

K- kontrolni uzorak, E₁- eksperimentalni uzorak sa krupičastim brašnom, E₂- eksperimentalni uzorak sa oštrim brašnom.

^a Srednje vrijednosti označene sa različitim slovom u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće

(p<0,05)

Prema važećem Pravilniku o tjesteninama, tijestu i proizvodima od tijesta (Službeni glasnik BiH, broj 77/10), propisani su minimalni zahtjevi kvaliteta za sušenu (nekuvanu) tjesteninu i to sadržaj vlage do 13,5% i stepen kiselosti do 3,5. Te minimalne uslove kvaliteta ispunjavaju sva tri analizirana uzorka tjestenina (tabela 42). Eksperimentalni uzorci makarona su imali sličan sadržaj vlage, i to niži u odnosu na kontrolni uzorak. Sadržaj pepela, masti, proteina, šećera i NaCl-a, se malo razlikuje kod sva tri analizirana uzorka tjestenine, odnosno ustanovljena je relativno mala razlika u ispitivanim uzorcima spomenutih parametara i koja nije imala značajniji uticaj na utisak tokom senzorne ocjene. Kontrolni uzorak je imao manji udio skroba (71,44%) u odnosu na eksperimentalne uzorce (73,2% i 73,3%) (tabela 42), ali to nije značajnije uticalo na utisak tokom žvakanja. Eksperimentalni uzorci su imali niži sadržaj sirove celuloze (0,04% i 0,07%) u odnosu na kontrolni uzorak (0,17%) (tabela 42). Rezultati analize varijanse i post hoc Tukey test pokazuju da između analiziranih uzoraka ne postoji statistički značajna razlika u sadržaju pepela, masti, šećera, skroba i NaCl-a (tabela 42). S druge strane, na osnovu pomenutih rezultata statističke obrade, uočena je razlika koja je statistički značajna kod sadržaja vlage, proteina, celuloze i kiselinskog stepena. Vrijednosti hemijskog sastava posmatranih uzoraka su u skladu sa ispitivanjima za kontrolnu tjesteninu autora Vandarkuzhali i Narayanasamy (2015), sa izuzetkom sadržaja proteina i celuloze koji su bili nešto viši kod spomenutih autora.

Optimalno vrijeme kuvanja je uglavnom uslovljeno migracijom vode i rezultirajućom želatinizacijom skroba. Eksperimentalni uzorci su imali duže optimalno vrijeme kuvanja, u odnosu na kontrolni uzorak, za 2 minute, odnosno 2,3 minute (tabela 43), što se može objasniti sa smanjenim udjelom vode, odnosno povećanom tvrdoćom uzorka. Rezultati analize varijanse i Tukey post hoc testa ukazuju da postoji statistički značajna razlika u optimalnom vremenu kuhanja za analizirane uzorce. U skladu sa tim, i količina apsorbovane vode je veća kod eksperimentalnih uzoraka, u odnosu na kontrolni, ali ta razlika nije statistički značajna. Količina apsorbovane vode i optimalno vrijeme kuhanja analiziranih uzoraka je u skladu sa ispitivanjima uticaja sastava vode za kuhanje na kvalitet tjestenine autora Sozer i Kaya (2008). Povećanje zapremine tjestenine pri kuhanju ukazuje na mogućnost skroba da bubri, i u poređenju sa kontrolnim uzorkom eksperimentalni uzorci imaju veću vrijednost posmatranog parametra. Indeks povećanja volumena kontrolnog uzorka je u skladu sa istraživanjima koje su proveli autori Zarzycki i sar. (2020). Procenat raskuhavanja tjestenine je najniži kod eksperimentalnog uzorka 1, a najviši kod eksperimentalnog uzorka 2 (tabela 43). Procenat raskuhavanja ukazuje na gubitak čvrstih materija tokom kuvanja i veći je ako je veće narušavanje strukture glutena u tjestu. Prema

Kaluđerskom i Filipoviću (1998), uzorak E₁ tjestenine ima vrlo dobre osobine kuvanja (procenat raskuvavanja do 6), dok uzorci E₂ i K imaju dobre osobine kuvanja (procenat raskuvavanja od 6-8). Na osnovu rezultata analize varijanse i Tukey post hoc testa, može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika u povećanju zapremine i procentu raskuhavanja, kod analiziranih uzoraka. Za špagete pripremljene od brašna durum pšenica, očekuje se da vrijednosti procenta raskuvavanja tjestenine ne prelaze 7-8% (Martinez i sar., 2007). Procenat raskuvavanja kontrolnog i eksperimentalnih uzoraka se kreće u granicama od 5,74 do 7,22 (tabela 43), što je i u skladu sa literurnim podacima. Dakle, tokom kuvanja nije značajnije narušena struktura glutena u tijestu kod analiziranih uzoraka, te se može konstatovati da imaju zadovoljavajuće osobine kuvanja i da su prihvatljivog kvaliteta sa stanovišta posmatranih parametara.

Eksperimentalni uzorci sušene (nekuvane) tjestenine su za nijansu bili svjetlijii u odnosu na kontrolni uzorak, sa sličnim udjelom crvenog tona (a* vrijednost) (tabela 44). Rezultati analize varijanse ukazuju da između posmatranih uzoraka sušene tjestenine postoji statistički značajna razlika u L* vrijednosti ($F(2,27) = 4,018$, $p = 0,030$) i da ne postoji statistički značajna razlika u a* vrijednosti analiziranih uzoraka sušene tjestenine ($F(2,27) = 0,278$, $p = 0,759$). Post hoc testovi Tukey i LSD pokazuju da uzorak tjestenine E₂ ima statistički različitu L* vrijednosti u odnosu na uzorak K. Kada je riječ o b* vrijednosti, kontrolni uzorak ima blago izraženiji žuti ton u odnosu na eksperimentalne uzorkе. To potvrđuju i rezultati analize varijanse, na osnovu kojih postoji statistički značajna razlika u b* vrijednosti analiziranih uzoraka sušene tjestenine ($F(2,27) = 7,57$, $p = 0,002$), odnosno Post hoc testovi Tukey i LSD pokazuju da uzorak tjestenine K se statistički značajno razlikuje u odnosu na uzorkе E₁ i E₂, prema analiziranom parametru boje. Izračunavanjem kvantifikovana je razlika u boji između kontrolnog i eksperimentalnih uzoraka sušene tjestenine, pri čemu je utvrđeno da posmatrane razlike u boji oba eksperimentalna uzorka mogu da se primjete ljudskim okom ($\Delta E=1-3$) (Schläpher, 2002). I nakon kuvanja, eksperimentalni uzorci su bili za nijansu svjetlijii od kontrolnog uzorka. Statistički posmatrano ($F(2,27) = 2,279$, $p = 0,122$), između posmatranih uzoraka kuvane tjestenine, kada posmatramo L* vrijednosti, nema statistički značajne razlike, što potvrđuje i Tukey post hoc test. LSD test pokazuje da postoji statistiki značajna razlika uzorka kuvane tjestenine K u odnosu na uzorak E₂, posmatrajući L* vrijednost. Svi uzorci kuvane tjestenine su okarakterisani malim udjelom zelenog tona (negativna vrijednost parametra a*). Rezultati analize varijanse pokazuju da između analiziranih uzoraka kuvane tjestenine postoji razlika koja je statistički značajna u a* vrijednosti ($F(2,27) = 6,203$, $p = 0,006$), dok za b* vrijednost ne postoji statistički značajna razlika ($F(2,27) = 1,702$, $p =$

0,201). Vrijednosti parametra b^* pokazuju da eksperimentalni uzorci, i nakon kuvanja, su bili za nijansu manje žuti u odnosu na kontrolni uzorak. Razlika u boji se ne primjećuje ljudskim okom za eksperimentalni uzorak E_1 , dok za uzorak E_2 ta razlika može da se primjeti ljudskim okom. Kuvanjem, tjestenina postaje svjetlijia i manje žuta što se pripisuje izluživanju i termalnoj degradaciji pigmenta (Petitot i sar., 2010). Dobijeni rezultati su u skladu sa tim, jer analiziranu kuvanu tjesteninu odlikuje svjetlica boja, u odnosu na nekuvanu tjesteninu, sa manje izraženim žutim tonom.

Test tvrdoće nekuvane tjestenine je pokazao da je tvrdoća kontrolnog uzorka 27,75 N, što je u skladu sa istraživanjima autora Altan i Maskan (2004), dok je tvrdoća eksperimentalnih uzoraka bila značajno veća (63,64 i 58,45 N) (tabela 44). Rezultati ANOVA testa ukazuju na činjenicu da se tvrdoća statistički značajno razlikuje kod analiziranih uzoraka tjestenine ($F(2,27) = 13,672$, $p = 0,000$). LSD i Tukey post hoc testovi pokazuju da se uzorak K statistički značajno razlikuje u odnosu na uzorke E_1 i E_2 , u pogledu tvrdoće (tabela 44). Povećana tvrdoća eksperimentalnih uzoraka, kao i pojava povećane količine loma kod eksperimentalnih uzoraka (preko 10%) se može objasniti činjenicom da odabrani režim sušenja i ekstruzioni pritisak nisu bili optimalni. Inače, kad se koriste brašna sa previsokim udjelom sitnijih čestica, zbog povećane površine povećava se apsorpciona moć i količina vode potrebna za zamjes pa je tim otežano sušenje i nastaju deformacije na osušenoj tjestenini (Žeželj, 2005). S obzirom da su eksperimentalna brašna u odnosu na kontrolno brašno imala sitniju granulaciju čestica, u cilju smanjenja količine loma, potrebno je dodatno eksperimentisati u smislu optimizacije ekstruzionog pritiska i režima sušenja.

Tokom senzorne analize za svojstvo oblik nekuvane tjestenine - makarona, ustanovljene su slične srednje ocjene za kontrolni i eksperimentalne uzorke (4,36, 4,38 i 4,42) (tabela 45), što ukazuje na odgovarajući i pravilan oblik, sa manjim odstupanjima. Identifikovane nepravilnosti su se odnosile na neznatno odstupanje po dužini i širini makarona. Uzorci tjestenine su proizvedeni u industrijskim uslovima, te se realno može očekivati određena varijabilnost kvaliteta. Rezultati senzornog ispitivanja nekuvane tjestenine za senzorno svojstvo boja makarona su pokazali sličnost između posmatranih uzoraka (prosječne ocjene 4,92, 4,82 i 4,85) (tabela 45). Boja kontrolnog uzorka je specifična i odgovarajuća, sa neznatnom neujednačenošću kod pojedinih komada tjestenine. Kod eksperimentalnih uzoraka, boja je takođe odgovarajuća i karakteristična za dati proizvod, ali se kao odstupanje, odnosno nepravilnost kod nekoliko komada tjestenine pojavljuje djelimična neujednačenost boje i pojava bijelih pjega. Kod senzornog ispitivanja izgleda površine nekuvanih makarona, ustanovljene su prosječne ocjene 4,92 za kontrolni uzorak, te 4,90 i 4,72 za eksperimentalne

uzorke (tabela 45). Prema dobivenim prosječnim ocjenama izgled površine analiziranih uzoraka je zadovoljavajući, osim nepravilnosti uočenih kod nekoliko komada makarona eksperimentalnog uzorka 2 zbog pojave sitnih pukotina i neravnomjerno raspoređenih pruga. Prosječne ocjene lomljivosti nekuvane tjestenine su iznosile 4,85 kod kontrolnog uzorka i 5,0 kod eksperimentalnih uzoraka, što ukazuje na odličnu otpornost na lom. Ocjene za ukupni kvalitet posmatranih uzoraka su iznosile 4,76, 4,78 i 4,75 (tabela 45), što ukazuje na vrlo veliku sličnost u pogledu kvaliteta nekuvanih uzoraka tjestenine.

Kontrolni uzorak kuvane tjestenine, za svojstvo oblik tjestenine, je dobio prosječnu ocjenu 4,68 (tabela 46), što govori da je oblik bio pravilan i odgovarajući, uz blago odstupanje u pogledu dužine kod nekoliko komada ispitivane tjestenine. Eksperimentalni uzorak 1 je dobio srednju ocjenu za oblik 4,40, gdje je uočeno da je oblik djelimično nepravilan, kao i neznatno spljošten na pojedinim komadima tjestenine. Eksperimentalni uzorak 2, za svojstvo oblik, je dobio prosječnu ocjenu 4,45, a kao nedostatak se pojavljuje blaga zakriviljenost na krajevima komada tjestenine, a pojedini komadi su blago spljošteni čitavom dužinom. Tokom senzorne analize, za parametar boja kuvane tjestenine, uzorci su dobili relativno visoke prosječne ocjene, 4,92 za kontrolni uzorak, te 4,82 i 4,90 za eksperimentalne uzorke, što ukazuje na prisustvo odgovarajuće, specifične i ujednačene boje. Manja odstupanja su uočena samo kod uzorka E₁ u smislu jedva primjetne neželjene nijanse boje. Miris tjestenine je ocijenjen sa vrlo sličnim prosječnim ocjenama (4,60, 4,58 i 4,58), i definisan je kao svojstven, prijatan, sa slabije izraženim mirisom kuvanog tijesta. Kada je riječ o čvrstoći makarona, ona je ocijenjena kao vrlo dobra do odlična i čvrsta, kod posmatranih uzoraka (prosječne ocjene 4,78, 4,55 i 4,75). Elastičnost kuvane tjestenine, kao parametar senzorne analize, je prikupila relativno visoke prosječne ocjene za posmatrane uzorke (4,90, 4,85 i 4,95), što ukazuje da je elastičnost odlična i tjestenina se vrlo brzo vraća u početno stanje. Prosječna ocjena za ljepljivost površine makarona za kontrolni uzorak je 4,12, dok je za eksperimentalni uzorak 2 bila 4,08, što ukazuje da je ljepljivost ova dva uzorka mala i na prstima ostaje tanak sloj skroba. Nešto nižu prosječnu ocjenu ljepljivosti je dobio uzorak E₁ i to 3,95, gdje se kao odstupanje navodi da je uzorak ljepljiv i da su prsti pokriveni većim slojem skroba. Kontrolni uzorak, kada se posmatra svojstvo ukus i aroma makarona, je dobio relativno najmanju prosječnu ocjenu 4,25, od tri ispitivana uzorka, s tim da su aroma i ukus bili manje intenzivni ali prijatni i svojstveni. Eksperimentalni uzorci su dobili nešto više prosječne ocjene 4,40 i 4,42, što opet ukazuje da su ukus i aroma bili svojstveni i prijatni, ali intenzitet je bio nešto slabiji od očekivanog. Najmanjom ocjenom za kvalitet žvakljivosti je ocijenjen kontrolni uzorak (4,02), odnosno najviše žvakova je bilo potrebno da se zalogaj usitni do oblika

pogodnog za gutanje (7-8 žvakova). Kod eksperimentalnih uzoraka, prosječne ocjene za žvakljivost su iznosile 4,18 i 4,12 (sa uglavnom potrebnih 6-7 žvakova). Prosječna ocjena ukupnog kvaliteta analiziranih uzoraka kuvane tjestenine – makarona je bila vrlo slična (4,53, 4,47 i 4,53) (tabela 46), što ukazuje na visok nivo kvaliteta.

Rezultati analize varijanse ukazuju da kod posmatranih uzoraka nekuvane i kuvane tjestenine ne postoje statistički značajne razlike koje se odnose na analizirana senzorna svojstva, sa jednim izuzetkom. Izuzetak je lomljivost nekuvane tjestenine, gdje rezultati ANOVA testa ($F(2,57) = 4,171$, $p = 0,020$) pokazuju da je razlika statistički značajna u pomenutom senzornom svojstvu kod analiziranih uzoraka. Provedeni LSD i Tukey post hoc testovi ukazuju da se uzorak K nekuvane tjestenine statistički značajno razlikuje u odnosu na uzorce E_1 i E_2 , u pogledu lomljivosti.

Kategorije kvaliteta su određene na osnovu zbira bodova, tj. prosječne ocjene ukupnog kvaliteta: neprihvatljiv ($< 2,5$), dobar ($2,5 - 3,5$), vrlo dobar ($3,5 - 4,5$) i odličan ($>4,5$) (Škrobot, 2016). Srednje ocjene za ukupni kvalitet nekuvanih makarona su se kretale u granicama od 4,75 bodova do 4,78 bodova, što ukazuje na odličan senzorni kvalitet uzorka sušene tjestenine. Srednje ocjene za ukupni kvalitet kuvanih uzoraka tjestenine su bile u rasponu od 4,47 bodova do 4,53 bodova. Eksperimentalni uzorak 1 je imao srednju ocjenu ukupnog kvaliteta 4,47 bodova, i prema tome se grupiše u kategoriju tjestenine vrlo dobrog kvaliteta. Preostala dva analizirana uzorka se prema svojoj prosječnoj ocjeni ukupnog kvaliteta svrstavaju u kategoriju tjestenine odličnog kvaliteta. Generalno posmatrano, na osnovu rezultata provedenih ispitivanja, može se zaključiti da se eksperimentalni uzorci nisu značajno razlikovali u pogledu senzornog kvaliteta u odnosu na kontrolni uzorak, posmatrano po pojedinačnim analiziranim parametrima, kao i po ukupnom kvalitetu, odnosno oba ispitivana uzorka namjenskog brašna su pogodna za proizvodnju tjestenine u industrijskim uslovima.

Rezultati do kojih se došlo na osnovu provedenih istraživanja i analiza, ukazali su na činjenicu da se pravilnom selekcijom polazne sirovine – pšenice, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa frakcija mliva određenih svojstava, **mogu proizvesti namjenska pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu tjestenine – makarona**, čime je **potvrđena postavljena hipoteza H2**, uz preporuke za dalja istraživanja. Dakle, sa ciljem otklanjanja nedostataka u smislu povećane tvrdoće i povećane količine loma tjestenine proizvedene od ispitivanih namjenskih brašna, preporučuje se dalje eksperimentisanje u

pravcu prilagođavanja uslova tehnološkog procesa proizvodnje korištenim namjenskim brašnima.

4.3.4.3. Rezultati ispitivanja kvaliteta proizvoda srodnih keksima – vafla i štrudlica

Rezultati ispitivanja kvaliteta proizvoda srodnih keksima – vafla

U okviru eksperimentalnog dijela ovog istraživanja, nakon proizvodnje namjenskog pšeničnog brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu proizvoda srodnih keksa – vafel listova, sa ciljem sagledavanja uticaja pomenutog brašna na kvalitetni profil krajnjeg proizvoda, izvršena je industrijska proizvodnja i pečenje vafel listova, a potom proizvodnja vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika – nugat kocke, a nakon toga i analiza njihovog tehnološkog i senzornog kvaliteta.

Tabela 47. Rezultati hemijske analize uzorka vafel proizvoda – nugat kocke

Oznaka uzorka	Vлага (%)	Pepeo (%)	Mast (%)	NaCl (%)	Šećeri (%)	Ostali ugljeni hidrati (%)	Proteini (%)
K	2,68 ±0,07	0,58 ±0,01	26,17 ±0,08	0,24 ±0,02	40,27 ±0,55	24,73 ±0,45	4,64 ±0,07
E	2,32 ±0,09	0,55 ±0,02	26,41 ±0,60	0,20 ±0,03	39,80 ±1,61	25,10 ±0,55	4,82 ±0,12
p vrijednost	0,006*	0,081	0,544	0,101	0,657	0,502	0,078

K- kontrolni uzorak, E- eksperimentalni uzorak proizveden od namjenskog brašna za proizvodnju vafel listova uzorak 7.

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (n=3)

*Statistički značajna razlika za nivo značajnosti 0,05

Tabela 48. Pregled rezultata senzorne ocjene kvaliteta uzorka vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika – nugat kocki – „Mira“a.d. Prijedor

Senzorno svojstvo	Uzorak E	Uzorak K
Vanjski izgled	4,0	4,6
Unutrašnja svojstva	4,4	5,0
Miris	5,0	5,0
Ukus	4,8	5,0
Pakovanje	5,0	5,0
Srednja ocjena za ukupni kvalitet	4,64	4,92

K- kontrolni uzorak, E- eksperimentalni uzorak.

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost (n=5)

Tabela 49. Pregled rezultata senzorne ocjene kvaliteta uzoraka vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika – nugat kocki - Tehnološki fakultet Banja Luka

Senzorno svojstvo	Srednja ocjena kvaliteta za ispitivana senzorna svojstva		
	Uzorak E	Uzorak K	p vrijednost
A.1 Oblik vafla	4,78	4,95	0,064
A.2 Izgled presjeka vafla	4,85	4,95	0,304
A.3 Izgled površine vafla	4,65	4,73	0,603
A. IZGLED VAFLA	4,76	4,88	0,147
B. BOJA VAFLA	3,98	4,5	0,004*
C.1 Tvrdoća vafla kod zagriza	4,75	4,45	0,061
C.2 Hrskavost vafla kod zagriza i tip lomljenja	4,65	4,5	0,385
C. TEKSTURA VAFLA	4,70	4,48	0,156
D. UKUS – SLAST VAFLA	4,60	4,75	0,214
E. MIRIS/AROMA VAFLA U TOKU ŽVAKANJA ZALOGAJA	4,35	4,45	0,605
<i>Srednja ocjena za ukupni kvalitet (izgled, boja, tekstura, ukus, te miris vafla u toku žvakanja zalogaja)</i>	4,48	4,61	-

K- kontrolni uzorak, E- eksperimentalni uzorak.

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost (n=20)

*Statistički značajna razlika za nivo značajnosti 0,05

Analizirani uzorci nugat kocki, kontrolni i eksperimentalni, imali su istu veličinu (2,5 x 2,5 x 1,3 cm), istu prosječnu masu pojedinačnih komada – kockica (cca 3,2 g) i količinu punjenja (odnos kreme i vafla je 70:30).

U toku tehnološkog procesa proizvodnje, iz spremnika za tjesto uzeti su uzorci tjesteta za ispitivanje pH vrijednosti tjesteta i gustine tjesteta. Izmjerne su pH vrijednosti 7,16 za kontrolni uzorak i 6,94 za eksperimentalni uzorak. Natrijev hidrogenkarbonat ili natrijev bikarbonat se dodaje pri izradi tjesteta, sa glavnom ulogom da izvrši neutralizaciju i podešavanje pH, kako bi spriječili ljepljenje tijestene mase za površinu kalupa za pečenje, i naravno da bi list dobio adekvatnu šupljikavost i poroznost (Budetić, 2016). Ispitani parametar kvalitete tjesteta je u granicama normale (neutralno područje) i u saglasnosti je sa ispitivanjima autora Manley (2000) prema kome je idealni pH vafel lista 6,8-7,4. Gustina tjesteta za vafel list kreće se oko 1140 kg/m³ (Gavrilović, 2003), dok su izmjerene vrijednosti gustine 1135 kg/m³ za kontrolni uzorak i 1123 kg/m³ za eksperimentalni uzorak, što se smatra zadovoljavajućom vrijednošću.

Prema autoru Gavriloviću (2003), vafli mogu da sadrže najviše do 2% vlage i njihova trajnost je do 9 mjeseci. Analizirani uzorci vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika, i

kontrolni i eksperimentalni uzorak imaju sadržaj vlage preko 2% (2,68% i 2,32%) (tabela 47), i prema autorima Zydenbos i Humphrey-Taylor (2003) pripadaju u grupu keksa i krekera (sadržaj vlage 1-5%). Kada je riječ o sadržaju vode, pepela, NaCl-a, proteina, masti, ostalih ugljenih hidrata i šećera, vrijednosti se malo razlikuju kod oba uzorka, tj. primjećena je mala razlika koja nije imala značajaniji uticaj na utisak tokom senzorne ocjene. Rezultati analize varijanse ukazuju na činjenicu da između posmatranih uzoraka, eksperimentalnog i kontrolnog, kada je riječ o hemijskom sastavu, razlika koja je statistički značajna je uočena samo kod sadržaja vlage (post hoc testovi se nisu mogli provesti).

Tokom senzorne analize za svojstvo izgled eksperimentalnog i kontrolnog uzorka, vršene u Laboratoriji za senzornu analizu namirnica Tehnološkog fakulteta, ustanovljene su slične srednje ocjene 4,76 i 4,88 (tabela 49), što ukazuje na pravilan i odgovarajući izgled, sa manjim odstupanjima. Odstupanja kod eksperimentalnog uzorka su uočena u smislu malo iskrzanih rubova, te neznatne nepravilnosti u reljefu površine. Nepravilnosti kod kontrolnog uzorka su takođe vezane za malo iskrzane rubove, te pojavu tanke linije na površini vafel proizvoda. Boja eksperimentalnog uzorka vafel proizvoda je ocijenjena sa najnižom srednjom ocjenom 3,98 u odnosu na ostala analizirana senzorna svojstva, gdje su uočena neznatna odstupanja u pogledu malo svjetlijе nijanse boje, te neravnomjernosti i neujednačenosti boje. Kontrolni uzorak je dobio srednju ocjenu 4,5 za boju, samo sa primjedbom za neujednačenost. U slučaju teksture vafel proizvoda, eksperimentalni uzorak je dobio veću srednju ocjenu 4,70, u odnosu na kontrolni uzorak čija srednja ocjena iznosi 4,48. Kod oba uzorka, tekstura je ocijenjena kao vrlo dobra do odlična, sa jedinom primjedbom u smislu neznatne prhkosti kod kontrolnog uzorka. UKUS – slast vafel proizvoda je ocijenjen sa srednjim ocjenama 4,6 za eksperimentalni uzorak i 4,75 za kontrolni uzorak, odnosno kod oba uzorka je utvrđen svojstven i odgovarajući kvalitet slasti. Manji nedostaci kod oba uzorka su uočeni u smislu slabije izražene slasti u odnosu na očekivanu, te nedovoljno izraženog ukusa lješnika. Miris, odnosno aroma vafel proizvoda u toku žvakanja je ocijenjena kao svojstvena, karakteristična i odgovarajuća (srednje ocjene su 4,35 i 4,45 za eksperimentalni i kontrolni uzorak). Manja odstupanja su jedino uočena u smislu slabije izraženog mirisa lješnika, kod oba uzorka. Rezultati analize varijanse su pokazali da, kod posmatranog eksperimentalnog i kontrolnog uzorka, razlika koja je statistički značajna se pojavljuje samo kod senzornog svojstva boja vafla ($p=0,004$). Kod ostalih senzornih svojstava, na osnovu rezultata ANOVA testa, nije uočena statistički značajna razlika (post hoc testovi se nisu mogli provesti). Srednja ocjena za ukupni kvalitet kod eksperimentalnog uzorka je 4,48, i nešto je niža u odnosu na kontrolni

uzorak gdje iznosi 4,61, ali generalno pokazuje sličan kvalitet ispitivanih uzoraka, sa neznatnim razlikama.

Kao rezultat senzorne ocjene kvaliteta vafel proizvoda u Laboratoriji preduzeća „Mira“ a.d. Prijedor, uzorak E je dobio srednju ocjenu za ukupni kvalitet 4,64, dok uzorak K je dobio srednju ocjenu 4,92 (tabela 48), što govori da je kontrolni uzorak za nijansu kvalitetniji od eksperimentalnog. Manji nedostaci kod eksperimentalnog uzorka vafel lista se odnose na šarenu površinu i oštriju strukturu, zbog čega se pri rezanju oštećuju rubovi kockica.

Jedan od ciljeva ove doktorske disertacije je da se ispita mogućnost da se uz postojeće specifične uslove i opremu u preduzeću „Žitoprodukt 2012“ d.o.o. Banja Luka, korištenjem odabrane polazne sirovine i uz postavljeni dijagram mljevenja, proizvede namjensko pšenično brašno koje imaju parametre kvaliteta usaglašene sa identifikovanim potrebama kupaca industrije za izradu proizvoda srodnih keksima. Rezultati do kojih se došlo na osnovu provedenih istraživanja i analiza, ukazali su na to da nema dovoljno dokaza da se odbaci **postavljena hipoteza H3**, odnosno, **da se pravilnim izborom sirovine, tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa frakcija mliva određenih svojstava, može proizvesti namjensko pšenično brašno sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu vafel lista i posledično vafel proizvoda.**

Rezultati ispitivanja kvaliteta proizvoda srodnih keksima – štrudlica

U okviru eksperimentalnog dijela ovog istraživanja, nakon proizvodnje namjenskog pšeničnog brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu proizvoda srodnih keksu – štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje, da bi se ispitao tehnološki kvalitet pomenutog brašna i njegov uticaj na kvalitetni profil krajnjeg proizvoda, izvršena je industrijska proizvodnja i pečenje štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje, a nakon toga i analiza njihovog tehnološkog i senzornog kvaliteta.

Tabela 50. Rezultati hemijske analize uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje

Oznaka uzorka	Vлага (%)	Pepeo (%)	Mast (%)	NaCl (%)	Skrob (%)	Celuloza (%)	Šećer (%)	Proteini (%)
K	15,04 ±0,04	0,63 ±0,02	8,30 ±0,65	0,72 ±0,06	30,22 ±0,26	1,82 ±0,19	37,72 ±1,12	4,79 ±0,07
E	14,51 ±0,003	0,65 ±0,00	12,88 ±0,005	0,77 ±0,00	36,66 ±0,00	1,95 ±0,00	24,86 ±0,005	6,97 ±0,02
p vrijednost	0,000*	0,158	0,001*	0,259	0,000*	0,373	0,000*	0,000*

*K- kontrolni uzorak, E- eksperimentalni uzorak proizведен od namjenskog brašna za proizvodnju štrudlica uzorak 8. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (n=3). *Statistički značajna razlika za nivo značajnosti 0,05*

Tabela 51. Pregled rezultata senzorne ocjene kvaliteta uzoraka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje

Senzorno svojstvo	Srednja ocjena kvaliteta za ispitivana senzorna svojstva		
	Uzorak E	Uzorak K	p vrijednost
A.1 Oblik keksa	3,93	3,94	0,767
A.2 Izgled presjeka keksa	4,05	4,08	0,388
A.3 Izgled gornje površine keksa	3,86	4,15	0,277
A.3 Izgled donje površine keksa	3,85	3,67	0,832
A. IZGLED KEKSA	3,92	3,96	0,540
B.1 Boja gornje površine keksa	4,32	4,33	0,858
B.2 Boja donje površine keksa	3,72	4,00	0,111
B. BOJA KEKSA	4,02	4,16	0,265
C.1 Tvrdoča keksa kod zagriza	4,12	4,25	0,069
C.2 Geometrijska svojstva i žvakljivost keksa (prva 3-4 žvaka)	4,10	4,06	0,217
C. TEKSTURA KEKSA	4,11	4,15	0,088
D. UKUS KEKSA I UTISAK U USTIMA	3,90	4,44	0,001*
E. MIRIS KEKSA U TOKU ŽVAKANJA ZALOGAJA	3,98	4,33	0,182
<i>Srednja ocjena za ukupni kvalitet (izgled, boja, tekstura, ukus i utisak u ustima, te miris keksa u toku žvakanja zalogaja)</i>	3,98	4,21	-

K- kontrolni uzorak, E- eksperimentalni uzorak.

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost (n=25)

*Statistički značajna razlika za nivo značajnosti 0,05

Prosječna masa eksperimentalnog uzorka pečenih štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje bila je 11,67 g, dok je prosječna masa voćnog punjenja ovih keksa bila 5,21 g, odnosno 44,64% mase štrudlice. Prosječna masa kontrolnog uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje bila je 20,85 g, a prosječna masa voćnog punjenja ovog keksa bila je 8,98 g, tj. 43,07% mase štrudlice. Dakle, ispitivani uzorci su imali, procentualno posmatrano, sličnu prosječnu masu voćnog punjenja.

Količina vode u pekarskim i poslastičarskim proizvodima zavisi od vrste proizvoda, odnosno količine i odnosa osnovnih sastojaka koji se uobičajeno koriste u proizvodnom procesu, tako se u hljebu sadržaj vlage kreće od 35-45%, u kolačima od 15-30%, a u biskvitima, keksima i krekerima 1-5% (Zydenbos i Humphrey-Taylor, 2003), i u skladu sa tim, ispitivani uzorci se ubrajaju u grupu kolača. Količina vode je veća u kontrolnom uzorku, ali se ta razlika ne može uočiti u toku senzorne ocjene, tj. konzumiranja proizvoda. Slična je situacija i sa sadržajem pepela, NaCl-a, i celuloze, koji se malo razlikuju kod oba uzorka, odnosno ustanovljena je relativno mala razlika u ispitivanim uzorcima koja nije imala značajniji uticaj na utisak tokom žvakanja i senzorne ocjene. Izuzetak predstavljaju: sadržaj šećera koji je značajno veći kod kontrolnog uzorka (37,72%) u odnosu na eksperimentalni uzorak (24,86%); sadržaj masti koji je veći kod eksperimentalnog uzorka (12,88%) u odnosu

na kontrolni uzorak (8,30%); sadržaj skroba koji je veći kod eksperimentalnog uzorka (36,66%) u odnosu na kontrolni (30,22%), te sadržaj proteina koji je veći kod eksperimentalnog uzorka (6,97%) u odnosu na kontrolni (4,79%) (tabela 50). Navedene razlike mogu uticati na razliku u tehnološkim i senzornim osobinama proizvoda. Rezultati analize varijanse pokazuju da između kontrolnog i eksperimentalnog uzorka štrudlica postoji statistički značajna razlika u sadržaju vlage, masti, skroba, šećera i proteina, dok u sadržaju pepela, NaCl-a i celuloze nema statistički značajnih razlika. Post hoc testovi se nisu mogli realizovati jer je za njihovo provođenje potrebno analizirati minimalno tri uzorka.

Prilikom senzorne analize, odnosno ocjene kvaliteta izgleda eksperimentalnog uzorka, ustanovljeno je da je izgled pravilan, sa manjim deformacijama u zakriviljenosti i da je neznatno spljošten. Kod izgleda presjeka eksperimentalnog uzorka uočene su manje nepravilnosti u smislu da je na pojedinim uzorcima uočen manje razmazan nadjev po gornjem rubu ili na presjeku, kao i manje oštećenje ruba kolača. Takođe, na gornjoj i donjoj površini su ustanovljene sitne i grube pukotine. Eksperimentalni uzorak, zbog prethodno navedenih nepravilnosti, je dobio srednju ocjenu za izgled 3,92 (tabela 51).

Senzornim ispitivanjima kontrolnog uzorka ustanovljen je odgovarajući oblik sa manjim odstupanjima, odnosno sa manjim deformacijama u zakriviljenosti i neznatnoj spljoštenosti. Takođe, kao i kod eksperimentalnog uzorka, izgled presjeka je ocjenjen kao odgovarajući, sa manjim odstupanjima (razmazan nadjev po gornjem rubu i presjeku). Na gornjoj i donjoj površini se uočava fina hrapavost strukture ali sa sitnim pukotinama. Na gornjoj površini određenog broja uzorka uočene su vlažne mrlje nastale difuzijom sastojaka voćnog punjenja. Zbog prethodno navedenog, kontrolni uzorak je dobio srednju ocjenu za izgled 3,96 (tabela 51). Srednje ocjene za izgled ispitivanih uzorka su pokazale da su uzorci veoma slični, u okviru svog prepozнатljivog oblika i izgleda.

Boja eksperimentalnog uzorka štrudlica je ocijenjena sa srednjom ocjenom 4,02, jer je uglavnom bila ujednačena i odgovarajuća na gornjoj površini, ali je bila nešto tamnija na donjoj površini. Boja kontrolnog uzorka je dobila neznatno veću ocjenu u odnosu na eksperimentalni uzorak i to 4,16 (boja gornje površine je ocijenjena kao ujednačena, ali boja donje površine je takođe bila nešto tamnija od očekivane).

Srednja ocjena za teksturu, kod oba ispitivana uzorka, je bila slična (4,11 kod eksperimentalnog uzorka, te 4,15 kod kontrolnog uzorka). Kod oba uzorka, tvrdoća je ocijenjena kao zadovoljavajuća i odgovarajuća, te prilikom žvakanja ustanovljeno je da se uzorci lome na komadiće koji postaju meki i neznatno ljepljivi tokom žvakanja u ustima, ali to je i karakteristično za vrstu tijesta kao i prisutno voćno punjenje.

Senzorno svojstvo ukus keksa i utisak u ustima pokazuje najveću razliku između ispitivanih uzoraka (srednja ocjena za navedeno svojstvo eksperimentalnog uzorka je 3,90, dok za kontrolni uzorak iznosi 4,44), mada je kod oba uzorka utvrđen odgovarajući kvalitet. Nedostatak kod eksperimentalnog uzorka je uočen kod senzorne osobine harmoničnost ukusa keksa i voćnog punjenja, te kod svojstva slast keksa i voćnog punjenja, u smislu smanjene slasti u odnosu na očekivanu. To se podudara sa hemijskim analizama gdje je ustanovljen manji sadržaj šećera eksperimentalnog uzorka, u odnosu na kontrolni.

Miris eksperimentalnog uzorka je ocjenjen kao svojstven i odgovarajući (srednja ocjena 3,98), uz primjedbu za miris tijesta i miris voćnog punjenja koji su ocjenjeni kao manje izraženi od očekivanog intenziteta i za nešto veći intenzitet mirisne note masti, što se takođe podudara sa hemijskim analizama gdje je ustanovljen veći sadržaj masti u eksperimentalnom uzorku u odnosu na kontrolni. Miris kontrolnog uzorka je ocjenjen nešto višom srednjom ocjenom 4,33 što ukazuje da je neznatno bolji u odnosu na eksperimentalni uzorak. Karakterističan je za analizirani proizvod, priјatan, sa manjim odstupanjima zbog nedovoljnog intenziteta mirisa višnje u voćnom punjenju.

Rezultati ANOVA testa pokazuju da između eksperimentalnog i kontrolnog uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem ne postoji statistički značajna razlika u analiziranim senzornim svojstvima, osim kod parametra ukus keksa i utisak u ustima gdje p vrijednost pokazuje da je razlika statistički značajna. Post hoc testovi se nisu mogli realizovati jer je za njihovo provođenje potrebno analizirati minimalno tri uzorka.

Upoređivanjem ocjena dodjeljenih za kvalitet odabranih senzornih svojstava ustanovljeno je da je srednja ocjena za ukupni kvalitet (3,98) kod eksperimentalnog uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje proizvedenih od namjenskog brašna, relativno niža u odnosu na ocjenu kvaliteta (iznosi 4,21) za kontrolni uzorak štrudlica drugog proizvođača, koje su uspješno pozicionirane na tržištu (tabela 51), ali se može zaključiti da su proizvodi sličnog senzornog kvaliteta (boje, teksture i mirisa keksa), uz određenu razliku u ukusu keksa i utiska koji se formira u ustima tokom žvakanja, a povezani su sa osnovnom recepturom i sastojcima koje definiše proizvođačka specifikacija, pa se može zaključiti da je odgovarajući kvalitet korištenog namjenskog brašna i da je pogodno za proizvodnju tijesta za štrudlice sa voćnim punjenjem u datim uslovima proizvodnje.



Slika 9. Uzorci štrudlica pripremljeni za senzornu analizu (autor Milica Rakić)

Rezultati provedenih istraživanja i analiza u okviru ove doktorske disertacije ukazali su na to da nema dovoljno dokaza da se odbaci postavljena hipoteza H4, odnosno ukazali su na činjenicu **da je moguće**, u specifičnim uslovima i uz postojeću opremu, te odabranu polaznu sirovinu i tehnološke postupke mljevenja, pravilnim izborom i modelovanjem količinskog odnosa pasažnih brašna različitih svojstava, **proizvesti namjensko pšenično brašno sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu proizvoda srodnih keksima- štrudlica sa voćnim punjenjem, čime je potvrđena tačnost postavljene hipoteze H4.**

.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata ispitivanja, te analize relevantnih činjenica, nametnuli su se zaključci kao najvažnija rješenja postavljenog problema. Postavljena tema je, zahvaljujući praktičnoj primjenljivosti, bila vrlo pogodna za stručnu obradu i ispitivanje. Za njenu realizaciju bila je potrebna obrada važnijih dijelova mlinarske, pekarske, tjesteničarske i konditorske proizvodnje i tehnoloških svojstava pšeničnog brašna, koja je poslužila kao osnova pri razradi problema ispitivanja.

- Na osnovu dobijenih rezultata i dostupnih literaturnih podataka može se konstatovati da je svaki mlin specifičan i da nema pravila univerzalnosti. Kvalitet ulazne sirovine, način pripreme, postavljeni mlinški dijagram, tehničke mogućnosti mlina, zahtjevi tržišta, cijena proizvoda, sve su to elementi koji diktiraju način vođenja procesa proizvodnje i kvalitet proizvoda.

- Rezultati fizičko-hemijskih pokazatelja **kvaliteta pšenica** koje učestvuju u pripremanju mljevne smješe u omjerima 20:80, 30:70 i 40:60, ali i rezultati kvalitetnih pokazatelja mješavina, su pokazali da je miješanjem pšenica postignut zadovoljavajući i racionalan kvalitet. Dakle, fizički i hemijski pokazatelji kvaliteta ispitivanih uzoraka pšenice 1 i 2 ukazuju na razlike u svojstvima, što opravdava njihovo miješanje u datim odnosima (uzorak 1 kao poboljšivač, uzorak 2 kao pšenica nižeg kvaliteta). Uočava se značajno povećanje vrijednosti apsolutne mase, staklavosti, sadržaja proteina i glutena u mješavinama (tj. u uzorcima 3, 4 i 5), u odnosu na uzorak 2 koji je „slabija“ komponenta smješe. Poznato je da sorte pšenice sa manjim sadržajem mineralnih materija uglavnom imaju veće iskorištenje mljevenja. Iz toga proizilazi pozitivan podatak o manjem udjelu pepela u uzorcima 3, 4 i 5, u odnosu na uzorak 2, a koji su rezultat miješanja uzorka 1 i 2. Uzorak 6 je pšenica sa aspekta fizičkih i hemijskih parametara najnižeg kvaliteta, ali kao takva je idealna za proizvodnju brašna namjenjenog za konditorsku industriju. Sa farinografskog aspekta posmatrano, zbirni pokazatelj kvaliteta pšenice, odnosno brašna, je kvalitetni broj i kvalitetna grupa. Uzorak 1 karakteriše najveći kvalitetni broj i pripadajuća kvalitetna grupa A₂, uzorak 2 ima niži kvalitetni broj i u granicama je niže kvalitetne grupe B₁. Njihove mješavine (uzorci 3, 4 i 5) spadaju takođe u kvalitetnu grupu B₁, ali sa tendencijom povećanja kvalitetnog broja, kako se povećava udio pšenice 1 (poboljšivača) u mješavini. Uzorak 6 posjeduje najniži kvalitetni broj, u odnosu na sve posmatrane uzorke, i svrstan je u kvalitetnu grupu C₁. I sa aspekta ekstenzografskih mjerjenja, uzorak 1 je najkvalitetniji, uzorak 2 je pšenica slabijeg kvaliteta,

dok uzorci 3, 4 i 5 pokazuju poboljšanje ekstenzografskih parametara proporcionalno povećanju količine uzorka 1 u mješavini. Uzorak 2, posmatrano u odnosu na ostale analizirane uzorce, se može smatrati uzorkom sa najvećom nutricionom vrijednošću, jer ima najveći broj detektovanih esencijalnih aminokiselina (tri aminokiseline), mada generalno posmatrano, analizirane pšenice ne pripadaju uzorcima sa visokim sadržajem slobodnih aminokiselina.

- Analizom provedenih fizičko-hemijskih i reoloških **ispitivanja pasažnih brašna**, dobijenih na osnovu **postavljenog dijagrama mljevenja i primjenom odabralih tehnoloških postupaka**, uočena je određena razlika u njihovim kvalitativnim pokazateljima. Može se konstatovati da te razlike potiču od različitog hemijskog sastava anatomskega dijelova pšeničnog zrna kao i načina vođenja tehnoloških postupaka. Dobiveni rezultati su u saglasnosti sa literaturnim podacima, jer su pokazali da su brašna krupljenja i pripadajuće sortirera različita u pogledu hemijskog sastava, u odnosu na ostala izabrana prolazišta. Posmatrano za različite uzorce, postoje razlike u hemijskom sastavu pasažnih brašna, naročito u sadržaju proteina, čiji je interval kretanja sa višim granicama kod uzorka 5, opada kod uzorka 4 i 3, i na kraju najniži je kod uzorka 6. Slična situacija je i sa reološkim parametrima, gdje su ako posmatramo brašna krupljenja najkvalitetnija brašna uzorka 5 i 4, a potom 3, dok su najmanje kvalitetna bila brašna krupljenja uzorka 6. Rezultati su u skladu sa literaturnim podacima, po kojima sa aspekta pecivosti brašna II i III krupača su najkvalitetnija pasažna brašna. Najkvalitetnija brašna rastvaranja griza i izmeljavanja, prema dobijenim reološkim rezultatima, su kod uzorka 5, 4 i 3, a najmanje kvalitetna brašna su kod uzorka 6. Posmatrano sa granulometrijskog stanovišta, veličina čestica svih analiziranih pasažnih brašna se uglavnom kreće ispod 180 µm. Analiza posmatranih pokazatelja kvaliteta pasažnih brašna ukazuje na značajnu mogućnosti formiranja namjenskih vrsta brašna.

- Eksperimentalna **tipska brašna namijenjena za pekarsku industriju**, proizvedena iz mješavina pšenica 1 i 2, u omjerima 20:80, 30:70 i 40:60, prema literaturnim podacima, granulometrijski i sa aspekta hemijskog sastava su pogodna za proizvodnju hljeba i pekarskih proizvoda. Takođe, prema farinografskim i ekstenzografskim pokazateljima, uz manja odstupanja određenih svojstava, sva tri analizirana uzorka su u okviru granica prihvatljivih za pekarsku industriju. U poređenju sa zahtjevima kupaca, proizvedena tipska pšenična brašna zadovoljavaju postavljene standarde iz pekarske industrije u pogledu definisanih parametara.

- **Eksperimentalna brašna namijenjena za tjesteničarsku industriju** granulometrijski ne ispunjavaju uslove kvaliteta, koje većina literaturnih izvora propisuje za durum krupicu, što je očekivano i prihvatljivo imajući u vidu činjenicu da su namjenska brašna generalno

posmatrano sitnije granulacije u odnosu na krupicu kao optimalnu sirovinu za proizvodnju tjestenina. Sa aspekta hemijskog sastava (sadržaj vlage, sadržaj pepela, kiselinski stepen), proizvedena brašna su u skladu sa kriterijima važećeg Pravilnika i postojeće literature. Postavljeni kriterijumi kvaliteta brašna, prema literaturnim izvorima, sa aspekta sadržaja vlažnog glutena i njegovog kvaliteta, odnosno analiziranih reoloških parametara koje je moguće komparirati, su djelimično zadovoljeni (kompletan reološka ocjena nije realna za potrebe u proizvodnji tjestenine). Što se tiče uslova koje postavljaju proizvođači tjestenine, eksperimentalna brašna većim dijelom ispunjavaju te zahtjeve (od 9 uslova, 5 su u potpunosti ispunjena, 3 odstupaju, a 1 nismo u mogućnosti ocijeniti), odnosno može se konstatovati da posjeduju zadovoljavajući tehnološki kvalitet.

- Granulometrijski i hemijski sastav **eksperimentalnih brašna namijenjenih za izradu odabranih proizvoda srodnih keksima** su u saglasnosti sa najčešćim sastavom pšeničnih vrsta brašna. Eksperimentalni uzorak brašna namijenjen za proizvodnju štrudlica, prema literaturnim podacima, uglavnom ispunjava zahtjeve (uočen je nešto niži sadržaj vlažnog glutena i za nijansu viša vrijednost maksimalnog otpora). Ponekad namjenska brašna, po određenim karakteristikama, odstupaju od zahtjevanih graničnih vrijednosti, i to je ovdje slučaj, gdje od 15 parametara prema zahtjevima kupca, 3 odstupaju (ukazujući da je brašno za nijansu „jače“ od traženog kvaliteta) i 2 parametra se nisu mogla ocijeniti. Eksperimentalni uzorak brašna 7 namijenjen za proizvodnju vafel proizvoda je prema vrijednostima analiziranih farinografskih i ekstenzografskih parametara kvalitetnije i jače od optimalnog brašna za posmatranu namjenu (u skladu sa literaturnim izvorima). A ako posmatramo sa aspekta zadovoljenja zahtjeva kupaca, opet kao i kod uzorka 8, i uzorak 7 je dijelom kvalitetniji u odnosu na brašno čije je kvalitetne karakteristike postavio kupac (od 12 parametara, 2 odstupaju i 2 se nisu mogla ocijeniti). Dakle, numeričke vrijednosti pokazatelja kvaliteta namjenskih brašna za proizvodnju odabranih proizvoda srodnih keksa pokazuju da postavljeni uslovi kvaliteta od strane industrijskih prerađivača su najvećim dijelom zadovoljeni.

- Da bi se stekao kompletan uvid u tehnološki kvalitet tipskog brašna od odabranih kombinacija pšenica namijenjenih u proizvodnji hljeba u uobičajenim industrijskim uslovima proizvodnje, izvršena je analiza hemijskog sastava, boje, teksture i senzorna analiza model uzorka hljeba. Vrijednosti analiziranih parametara hemijskog sastava **finalnog proizvoda – hljeba** (tri uzorka hljeba napravljena od tri eksperimentalna brašna namijenjena za pekarstvo) nisu pokazale značajnije razlike između posmatranih uzoraka, osim statistički značajne razlike u sadržaju vlage i NaCl-a. Ispitivani parametri boja kore i sredine hljeba, te tekstura hljeba,

pokazuju razlike koje su statistički značajne (izuzev L^* i b^* vrijednosti sredine hljeba, a * vrijednosti kore hljeba, te žvakljivosti hljeba). Uzorci hljeba, tokom senzorne analize, su postigli vrlo dobru ocjenu ukupne prihvatljivosti, odnosno vrlo dobar procenat od maksimalno mogućeg kvaliteta (uzorak 1 – 89,61%, uzorak 2 – 87,31%, uzorak 3 – 89,64%). Posmatrani uzorci imaju relativno visok nivo kvaliteta, i prema tome brašno i receptura korištena u proizvodnji ovih uzoraka mogu se koristiti u prehrambenoj industriji za proizvodnju pšeničnog bijelog hljeba ili za dalja modelovanja parametara kvaliteta proizvoda ili tehnološkog procesa. Posebno je značajno istaknuti da od mješavine pšenica 20:80 (riječ je o mješavini sa najmanjim udjelom poboljšivača) moguće je proizvesti brašno i posljedično hljeb relativno visokog kvaliteta.

- U sklopu ocjene tehnološkog kvaliteta dvije vrste eksperimentalnog brašna namjenjenog za proizvodnju **tjestenina - makarona** u industrijskim uslovima proizvodnje, urađena je analiza hemijskog sastava, boje i tekture, kao i senzorna analiza uzorka makarona. U okviru proizvodnje makarona koristila su se eksperimentalna namjenska brašna za tjesteničarstvo (krupičasto i oštro brašno). Određene razlike koje su statistički značajne u hemijskom sastavu posmatranih uzoraka su uočene kod sadržaja vode, proteina, celuloze i kiselinskog stepena, što je moglo imati uticaja na osobine tjestenine tokom kuhanja, ali ne i na utisak tokom žvakanja i senzornu ocjenu. Tjestenina od krupičastog brašna ima vrlo dobre osobine kuhanja, dok uzorak od oštrog brašna i kontrolni uzorak imaju dobre osobine kuvanja. Dakle, svi analizirani uzorci imaju zadovoljavajuće osobine kuvanja i prihvatljivog su kvaliteta, sa aspekta prethodno navedenih parametara. Eksperimentalni uzorci i nekuvane i kuvene tjestenine bili su za nijansu svjetlijii od kontrolnih uzoraka (posmatrane razlike u boji su u određenim slučajevima mogle da se primjete ljudskim okom). Srednje ocjene za ukupni kvalitet sušene (nekuvane) tjestenine ukazuju na odličan senzorni kvalitet, dok srednje ocjene za ukupni kvalitet kuvenih uzoraka tjestenine grupišu uzorak E₁ u kategoriju tjestenina vrlo dobrog kvaliteta, a preostala dva uzorka E₂ i K u kategoriju tjestenina odličnog kvaliteta. Kod eksperimentalnih uzoraka nekuvanih makarona utvrđena je povećana tvrdoća kao i povećana količina loma, u odnosu na kontrolni uzorak. S obzirom na vrlo dobar ili odličan senzorni kvalitet proizvedenih makarona, odnosno sva tri uzorka su vrlo sličnog, visokog nivoa kvaliteta, može se zaključiti da korištena namjenska brašna su zadovoljavajućeg kvaliteta, ali se preporučuje dodatno eksperimentisanje u smislu optimiziranja tehnološkog procesa, sa ciljem smanjenja tvrdoće uzoraka i količine loma.

- Sa ciljem utvrđivanja tehnološkog kvaliteta i namjenske pogodnosti eksperimentalnih brašna za izradu odabralih proizvoda srodnih keksima, ispitan je osnovni hemijski sastav i

senzorni kvalitet proizvedenih i kontrolnih uzoraka **vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika – nugat kocki i trajnih kolača štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje**. U okviru proizvodnje pomenutih proizvoda srodnih keksima koristila su se eksperimentalna namjenska brašna za industriju keksa i proizvoda srodnih keksima. Kada je riječ o hemijskom sastavu vafel proizvoda sa punjenjem od lješnika, uočena je mala razlika kod eksperimentalnog i kontrolnog uzorka koja nije imala značajniji uticaj na utisak tokom senzorne analize. Srednje ocjene za ukupni senzorni kvalitet analiziranih uzoraka ukazuju na sličan kvalitet ispitivanih uzoraka, sa neznatnim razlikama. Upoređivanjem rezultata hemijske analize eksperimentalnog i kontrolnog uzorka štrudlica sa voćnim punjenjem od višnje, može se zaključiti da imaju sličan hemijski sastav, sa izuzetkom sadržaja vlage, šećera, masti, skroba i proteina (detektovana je statistički značajna razlika). Navedene razlike se mogu odraziti na ukus i utisak slasti u toku konzumiranja štrudlica, ali se ne smatra greškom jer su navike potrošača u pogledu ukusa i utiska slasti proizvoda individualne. Upoređivanjem senzornih ocjena kvaliteta eksperimentalnog uzorka štrudlica proizvedenih od namjenskog brašna, sa senzornim ocjenama kontrolnog uzorka štrudlica drugog proizvođača koje su uspješno pozicionirane na tržištu, može se zaključiti da su štrudlice sličnog senzornog kvaliteta. Senzorna svojstva ukus keksa i utisak u ustima, te miris keksa, pokazuju najveću razliku između ispitivanih uzoraka, ali je kod oba uzorka utvrđen odgovarajući kvalitet. Iz toga proizilazi da su korištena namjenska pšenična brašna za proizvodnju vafel proizvoda i štrudlica odgovarajućeg tehnološkog kvaliteta i da su pogodna za proizvodnju tijesta navedenih proizvoda srodnih keksima.

- Rezultatima dobijenim u toku realizovanja ove doktorske disertacije **potvrđena je tačnost hipoteza** postavljenih prilikom planiranja istraživanja: (**H1**) i (**H4**) da se pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa pasažnih brašna različitih svojstava, mogu proizvesti tipska pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu pekarskih proizvoda – hljeba i namjensko pšenično brašno sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu odabranih proizvoda srodnih keksima – štrudlica sa voćnim punjenjem; (**H2**) i (**H3**) da se pravilnom selekcijom polazne sirovine, primjenom odabranih tehnoloških postupaka mljevenja, te izborom i modelovanjem količinskog odnosa frakcija mliva određenih svojstava, mogu proizvesti namjenska pšenična brašna sa odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu tjesteničarskih proizvoda – makarona i namjensko pšenično brašno sa

odgovarajućim tehnološkim parametrima kvaliteta potrebnim za izradu odabralih proizvoda srodnih keksima – vafel proizvoda.

Sagledavajući sve iznesene zaključke, generalni zaključak doktorske disertacije je:

Sagledavajući sve ispitivane parametre, uz primjenjene odgovarajuće tehnološke postupke u okviru tehnološkog procesa i postavljenog dijagrama mljevenja, može se konstatovati da proizvedena eksperimentalna tipska brašna za pekarsku industriju i namjenska brašna za izradu odabralih proizvoda srodnih keksima posjeduju zadovoljavajući tehnološki kvalitet i visok stepen namjenske pogodnosti. To je vrlo bitna konstatacija za eksperimentalne vrste tipskih brašna namjenjene za pekarsku industriju, sa manjim udjelom uvozne pšenice, jer se time ostvaruje značajan tehnološko – ekonomski efekat. Istraživanja su pokazala da je moguće biti više orijentisan na domaću proizvodnju pšenice kao sirovini za proizvodnju namjenskih brašna za industriju keksa i proizvoda srodnih keksima. Takođe, postoji mogućnost proširenja assortimenta finalnih proizvoda mlini eksperimentalnim namjenskim brašnima, ali zavisno od prihvatljivosti tržišnih uslova.

S obzirom na višu cijenu koštanja semoline, krupica visokostaklavih mekih pšenica ili odgovarajuće vrste namjenskih vrsta brašna u proizvodnji tjestenine je na našim prostorima ekonomičnija varijanta. Eksperimentalna brašna namjenjena za tjesteničarsku industriju, posjeduju zadovoljavajući tehnološki kvalitet i stepen namjenske pogodnosti, i sa tog aspekta imaju veoma dobar plasman, ali se tu kao dalji pravac istraživanja, nameće potreba za unapređenjem kvaliteta finalnog proizvoda, tj. istraživanja treba usmjeriti ka optimizaciji i prilagođavanju tehnološkog postupka proizvodnje ovoj vrsti sirovine.

6. LITERATURA

1. Albrecht, T., Ehrlinger, H., Shild, E. & Willeke, E. (2010). Priručnik o pekarstvu i slastičarstvu. Teorija i praksa, Tim Zip doo, Zagreb
2. Altamore, L., Ingrassia, M., Chironi, S., Columba, P., Sortino, G., Vukadin, A. & Bacarella, S., (2018). Pasta experience: Eating with the five senses—a pilot study, *AIMS Agriculture and Food*, Volume 3, Issue 4: 493-520. doi: [10.3934/agrfood.2018.4.493](https://doi.org/10.3934/agrfood.2018.4.493)
3. Altan, A. & Maskan, M. (2004). Microwave Assisted Drying of Short-Cut (Ditalini) Macaroni: Cooking Process and Textural Properties, *Food Sci Tech Int*, 10(3), 187–196
4. Amir, R.M., Hussain, M.N., Ameer, K., Ahmed, A., Ahmad, A., Nadeem, M., Riaz, A., Chughtai, M.F.J., Khalil, A., Ahsan, S. & Kausar, R. (2020). Comprehensive assessment and evaluation of selected wheat varieties for their relationship to chapatti quality attributes, *Food science and technology* 40 (Suppl. 2), 436-443
5. Asim, S.M., Ahmed, A., Amir, R.M. & Nadeem, M. (2018). Comprehensive identification and evaluation of selected wheat cultivars for their relationship to pan bread quality. *Journal of Food Processing and Preservation* 42(7), e13670
6. Auerman, L.J. (1988). Tehnologija pekarske proizvodnje. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad
7. Aydogan, S., Sahin, M., Gocmen, Akcakik, A., Hamzaoglu, S. & Taner, S. (2015). Relationships between Farinograph Parameters and Bread Volume. Physicochemical Traits in Bread Wheat Flours, *Journal of Bahri Dagdas Crop Research* 3 (1):14-18
8. Banu, I., Stoenescu, G., Ioanescu, W. & Aprodu, I. (2010). Physicochemical and rheological analysis of flour mill streams. *Cereal Chemistry*, Vol. 87, No. 2, 112–117
9. Bejarović, G. (2001). Tehnologija proizvodnje testenina. Tiski cvet, Novi Sad
10. Bekes, F. (2012). New Aspects in Quality Related Wheat Research:1. Challenges and Achievements. *Cereal Research Communications*, 40, 159–184
11. Budetić, F. (2016). Praćenje promjena teksturalnih svojstava vafel proizvoda tijekom skladištenja. Diplomski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
12. Bustos, M. C., Pérez, G. T. & León, A. E. (2015). Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients. *RSC Advances*, 5, 30780–30792
13. Carson, R. G. & Edwards, M. N. (2009). Criteria of wheat and flour quality. Wheat: chemistry and technology. AACC International, Fourth edition p: 97-108. ISBN: 978-1-891127-55-7

14. Cauvain, S.P. (2001). Campden and Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, Breadmaking, Cereals processing technology, Woodhead Publishing Limited, CRC Press
15. Channa, M.J., Ghangro, A.B., Sheikh, S.A. & Nizamani, S.M. (2015). Physico-Chemical Characteristics and Rheological Properties of Different Wheat Varieties Grown in Sindh. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.* Vol. 16, No. 2, 11 – 18
16. Chen, Y. (1996). Determination of cooked noodle texture and water absorption and effect of value-added flours and flour streams on white and yellow noodle quality. PhD dissertation. Kansas State University: Manhattan, KS.
17. Chiang, S. H., Chen, C. S. & Chang, C. Y. (2006). Effect of wheat flour protein compositions on the quality of deep-fried gluten balls. *Food Chemistry*, 97, 666–673
18. Ciacco, C.F. & D'Appolonia, B.L. (1982). Characterization and gelling capacity of water-soluble pentosans isolated from different mill streams, *Cereal Chemistry*, 59, 163–166
19. Decock, P. & Cappelle, S. (2005). Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science and Technology* 16 (1–3), 113–120
20. Delcour, J. A., Joye, I. J., Pareyt, B., Wilderjans, E., Brijs, K. & Lagrain, B. (2012). Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 469–492
21. Dexter, J. E., Matsuo, R. R. & Morgan, B. S. (1983). Spaghetti stickiness: Some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. *Journal of Food Science*, 48, 1545–1551
22. Dvorak, C. (2009). Wheat: From field to flour, Nebraska Wheat Board
23. Đaković, Lj. (1969). Pšenično brašno. Naučna knjiga, Beograd
24. Eliasson, A. C. & Larsson, K. (1993). Cereals in breadmaking. A molecular colloidal approach. New York, NY Marcel Dekker
25. Evers, T. & Millar, S. (2002). Cereal grain structure and development: some implications for quality, *Journal of Cereal Science*, 36, 261-284
26. Feili, R., Wahidu Zzaman, Wan Nadiah Wan Abdullah & Tajul A. Yang. (2013). Physical and Sensory Analysis of High Fiber Bread Incorporated with Jackfruit Rind Flour. *Food Science and Technology* 1(2): 30-36
27. Feillet, P. & Dexter, J. E. (1996). Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In: Pasta and Noodles Technology, AACC International, MN, 95–131

28. Finney, K. F., Meyer, J. W., Smith, F. W. & Fryer, H. C. (1957). Effect of foliar spraying of pawnee wheat with urea solutions on yeild, protein content, and protein quality. *Agronomy Journal*, 49, 341–347
29. Finnie, S. & Atwell, W.A. (2016). Wheat Flour Handbook. Series 2nd edition, AACC International, Inc.
30. Fišteš, A. (2009). Prilog proučavanju mogućnosti racionalizacije tehnološkog postupka mlevenja pšenice primenom osmovaljne stolice. Doktorska disertacija, Novi Sad
31. Fortuna, T., Stachura, M. & Buda, A. (2003). Physico-chemical and sensory properties of wafers of „Light“ type. *Acta Sci. Pol., Technologia Alimentaria* 2 (1), 83-96
32. Francis, F.J. & Clydesdale, F.M. (1975). Food colorimetry: Theory and applications. The Avi publishing company, INC, Wesport, Connecticut, USA
33. Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzman, N.E., Gonzalez-Laredo, R.F., Ochoa-Martínez, L.A., Corzo, N., Bello-Perez, L.A., Medina-Torres, L. & Peralta-Alvarez, L.E. (2010). Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry* 119, 1544–1549
34. Gauthier, J., Gélinas, P. & Beauchemin, R. (2006). Effect of stone-milled semolina granulation on the quality of bran-rich pasta made from khorasan (Kamut®) and durum wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 596–599
35. Gavrilović, M. (2003). Tehnologija konditorskih proizvoda. Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom sadu
36. Gianibelli, M. C., Larroque, O. R., MacRitchie, F. & Wrigley, C. W. (2001). Biochemical, genetic, and molecular characterization of wheat endosperm proteins. AACC, Inc., Publication no. C-2001-0926-01O
37. Gil-Humanes, J., Pistón, F., Rosell, C. M., & Barro, F. (2012). Significant down-regulation of γ -gliadins has minor effect on gluten and starch properties of bread wheat. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 161–170
38. Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K. & Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 12–30
39. Gralik, J. & Warchalewski, J. R. (2006). The influence of γ -irradiation on some biological activities and electrophoresis patterns of wheat grain albumin fraction. *Food Chemistry*, 99, 289–298

40. Grujić, S. (2015). Senzorna ocjena kvaliteta i prihvatljivosti prehrabnenih proizvoda. Tehnološki fakultet Banja Luka, Univerzitet u Banjoj Luci
41. Grujić-Injac, B. (1962). Hemija aminokiselina i bjelančevina. Naučna knjiga, Beograd
42. Hruškova, M., Švec, I. & Jirsa, O. (2006). Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties, *Journal of food engineering* 77, 439-444
43. [http://flourpedia.com/2017/12/structure-of-wheat-kernel-and-its/.html](http://flourpedia.com/2017/12/structure-of-wheat-kernel-and-its/)
44. <http://foodtimeline.org/foodcakes.html>
45. <http://www.food-info.net>
46. <http://www.internationalpasta.org>
47. [http://www.perten.com/Publications/Articles/Milling the perfect flour.](http://www.perten.com/Publications/Articles/Milling%20the%20perfect%20flour)
48. ICC Standard Method. No. 115/1, Method for using the Brabender Farinograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
49. ICC Standard Method. No. 114/1, Method for using the Brabender Extensograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
50. ICC Standard Method. No. 126/1, Method for using the Brabender Amylograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
51. ISO Standard 712:2009, Cereals and cereal products – Determination of moisture content – Reference method.
52. ISO Standard 2171:2007, Cereals, pulses and by-products – Determination of ash yield by incineration.
53. ISO Standard 7302:1982, Cereals and cereal products – Determination of total fat content.
54. ISO Standard 20483:2013, Cereals and pulses – Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – Kjeldahl method.
55. ISO Standard 5529:2007, Wheat – Determination of sedimentation index – Zeleny test.
56. ISO Standard 7971-3:2009, Cereals – Determination of bulk density, called „mass per hectolitre“ – Part 3: Routine method.
57. ISO Standard 520:2010, Cereals and pulses – Determination of the mass of 1000 grains.
58. ISO Standard 21415-2:2006, Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 2: Determination of wet gluten by mechanical means.
59. ISO Standard 21415-4:2006, Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 4: Determination of dry gluten from wet gluten by a rapid drying method.

60. ISO Standard 8586-1:1993, Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors.
61. ISO Standard 8589:2007, Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms.
62. ISO Standard 6658:2005. Sensory analysis – Methodology – General guidance.
63. ISO Standard 13299:2003. Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile.
64. ISO 4121:2003 Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales.
65. ISO Standard 11035:1994. Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.
66. Jalgaonkar, K. & Jha, S.K. (2016). Influence of particle size and blend composition on quality of wheat semolina-pearl millet pasta, *Journal of Cereal Science* 71, 239-245
67. Jambrec, D., Pestoric, M. & Zigon, U. (2012). Development and application of descriptors for establishing sensory profile of gluten-free cookies by a multidimensional approach, *Food and Feed Research* 39 (1), 41-49
68. Janković, M. (2016). Proteinski profili pšenice i njihov uticaj na tehnološka svojstva brašna. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
69. Jaros, D. & Rohm, H. (2001). A research note identification of sensory color optima of strawberry yogurt. *Journal of Food Quality*, 24, 79–86
70. Jelača, S. (1972). Hemija i tehnologija pšenice. Jugoslovenski institut za prehrambenu industriju, Zavod za tehnologiju žita i brašna, Novi Sad
71. JUS Standard E.B1.200 i 200/1. (1992). Pšenica kao sirovina za mlinsku industriju. Opšti uslovi kvaliteta, 1978. i Izmjene i dopune
72. Kaluđerski, G. & Filipović, N. (1998). Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda. Tehnološki fakultet, Novi Sad
73. Kaluđerski, G., Kaluđerski, S., Žeželj, M., Gavrilović, M. & Tošić, B. (1989). Tehnologija proizvodnje i prerade brašna. Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad
74. Kill, R. & Turnbull, K. (Eds.). (2008). Pasta and semolina technology: Quality assurance in a dry pasta factory. John Wiley & Sons
75. Kljusurić, S. (2000). Uvod u tehnologiju mljevenja pšenice. Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek
76. Knežević, D., Mihajlović, D. & Kondić, D. (2013). Contents of amino acids in grains of different bread wheat genotypes. *Agro-knowledge Journal* Vol. 14, No. 3, 431-439
77. Kovačević, M. (2001). Pekarstvo i poslastičarstvo. Progres, Novi Sad

78. Kovačević, V. & Rastija, M. (2014). Žitarice. Poljoprivredni fakultet, Sveučilište u Osijeku
79. Ktenioudaki, A., Butler, F., & Gallagher, E. (2011). Dough characteristics of Irish wheat varieties II. Aeration profile and baking quality. *LWT – Food Science and Technology*, 44(3), 602–610
80. MacRitchie, F. (1985). Studies of the methodology for fractionation and reconstitution of wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 3, 221–230
81. Manley, D. (2000). Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. Woodhead publishing Limited
82. Martinez, C., Ribotta, P., Leon, A. & Anon, C. (2007). Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti, *Journal of Texture Studies* 38, 666–683
83. Mastilović, J., Torbica, A., Kevrešan, Ž., Pojić, M., Živančev, D., Hadnađev, M., Dapčević Hadnađev, T., Janić Hajnal, E., Tomić, J., Rakita, S. & Vukić, M. (2015). Standardizovani postupak probnog pečenja i instrumentalne ocjene parametara pecivosti. Tehničko rešenje, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad
84. Medvedev, G. (1999). Osnovna pitanja teorije i prakse proizvodnje testenine III deo: Savremeni režim sušenja testenine. *Žito-hleb*, 26:149-155
85. Mezei, Z., Pongraczne Barancsi, A., Gyori, Z. & Csapo, J. (2009). Connection of protein and amino acid content of different winter wheat varieties, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol.74, No.3, 239-242
86. Milatović, Lj. (1977). Biološko-energetska vrijednost i proizvodnja kruha od brašna žitarica obogaćenog visokovrijednim bjelančevinama u nas i u svijetu, Institut prehrambeno-biohemijskog inženjerstva, Tehnološki fakultet, Zagreb
87. Morrison, W. R. & Gadan, H. (1987). The amylose and lipid contents of starch granules in developing wheat endosperm. *Journal of Cereal Science*, 5, 263–275
88. Nelson, P. N. & McDonald, C. E. (1977). Properties of wheat flour protein in flour from selected mill streams. *Cereal Chem.* 54:1182-1191
89. Nwosu, U.L., Elochukwu, C.U. & Onwurah, C.O. (2014). Physical characteristics and sensory quality of bread produced from wheat/African oil bean flour blends. *African Journal of Food Science*, Vol. 8(6), 351-355
90. Oikonomou, N. A., Bakalis, S., Rahman, M. S. & Krokida, M. K. (2015). Gluten Index for Wheat Products: Main Variables in Affecting the Value and Nonlinear Regression Model. *International Journal of Food Properties*, 18:1, 1-11

91. Orth, R. A., Oliver, J. R. & Rayner, C. J. (1976). Composition and nutritional value of proteins of wheat flour streams. *Food Technol.* 28:210-214
92. Oručević, S. (2010). Kvalitet glutena u proizvodnji hleba. Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo
93. Owens, G. (2001). Cereals processing technology. Woodhead Publishing Limited, CRC Press
94. Pajin, B. (2009). Praktikum iz Tehnologije konditorskih proizvoda. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
95. Pena, R.J. (2004). Food uses of triticale, Triticale improvement and production, FAO, 37-48
96. Perez, G., Bonet, A. & Rosell, C. M. (2005). Relationship between gluten degradation by *Aelia* spp. and *Eurygaster* spp. and protein structure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85,1125-1130
97. Pestorić, M. (2011). Razvoj i vrednovanje senzorskih i instrumentalnih metoda za ocjenu teksturnih svojstava tjestenine. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet
98. Pestoric, M., Pojic, M., Mastilovic, J., Simurina, O., Tasic, T., Zivancev, D. & Soronja-Simovic, D. (2008). Sensory evaluation of traditional bread in Vojvodina, *Food Processing, Quality and Safety* 35, 99-111
99. Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. & Micard, V. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation, *Food Research International* 43, 634–641
100. Pirozi, M. R., Margiotta, B., Lafiandra, D. & MacRitchie, F. (2008). Composition of polymeric proteins and bread-making quality of wheat lines with allelic HMW-GS differing in number of cysteines. *Journal of Cereal Science*, 48(1), 117–122
101. Pomeranz, Y. (1978). Composition and functionality of wheat flour components. Pages 585-674. In: Wheat chemistry and Technology, 2nd. Y. Pomeranz, eds. AACC International, St Paul
102. Pomeranz, Y. (1983). Struktura zrna i karakteristike finalne upotrebe, *Žito-hleb*, 10, 77-132
103. Posner, E.S. & Hibbs, A.N. (2005). Wheat Flour Milling. Minnesota, American Association of Cereal Chemists
104. Prabhasankar, P. & Haridas Rao, P. (1999). Lipids in wheat flour streams, *Journal of Cereal Science*, 30, 315-322

105. Pravilnik o higijeni hrane, Službeni glasnik BiH, broj 4/13
106. Pravilnik o proizvodima od žitarica, Službeni glasnik BiH, broj 76/10.
107. Pravilnik o pekarskim proizvodima, Službeni glasnik BiH, broj 77/10.
108. Pravilnik o tjesteninama, tjestu i proizvodima od tjesteta, Službeni glasnik BiH, broj 77/10.
109. Pravilnik o keksima i proizvodima srodnim keksima, Službeni glasnik BiH, broj 51/11.
110. Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih i hemijskih analiza za kontrolu kvaliteta žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tjesteta, Službeni list SFRJ, broj 74/88.
111. Pravilnik o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tjesteta, Službeni list SFRJ, broj 53/83.
112. Pravilnik o ocjenjivanju kvaliteta konditorskih proizvoda, Novosadski Sajam, 2015.
113. Prpa, Đ. (2004). Neki pokazatelji hemijskog sastava i kvaliteta pšenice i mogućnosti ekstrakcije brašna. Materijal namjenjen komercijalno-tehnološkim i tehnološko-tehničkim službama, Gomađo d.o.o., Beograd
114. Rani, K.U., Prasada Rao, U.J.S., Leelavathi, K. & Haridas Rao, P. (2001). Distribution of enzymes in wheat flour mill streams, *Journal of Cereal Science*, 34, 233-242
115. Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Astroth, K. & Posner, E. S. (1990). Distribution of total and soluble fiber in various mill streams of wheat., *Food Sci.* 55:1349-1357
116. Rosell, C.M. (2011). Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. The Science of Dough's and Bread Quality, Elsevier Inc.
117. Sakhare, S.D., Inamdar, A.A., Indrani, D, Madhu Kiran, M.H. & Venkateswara Rao, G. (2015). Physicochemical and microstructure analysis of flour mill streams and milled products, *Food Sci Technol*, 52(1):407–414
118. Scanlon, M.G., Dexter, J.E. & Biliaderis, C.G. (1988). Particle-Size Related Physical Properties of Flour Produced by Smooth Roll Reduction of Hard Red Spring Wheat Farina, *Cereal Chemistry*, 65, 486-492
119. Scheuer, P.M., Francisco, A., Miranda, M.Z., Ogliari, P.J., Torres, G., Limberger, V., Montenegro, F.M., Ruffi, C.R. & Biondi, S. (2010). Characterization of Brazilian wheat cultivars for specific technological applications, *Ciencia e Tecnologia de Alimentos Campinas* 31(3), 816-826
120. Schläpfer, K. (2002). Farbmetrik in der grafischen Industrie. UGRA, St. Gallen, ISBN 3-9520403-1-2

121. Singh, N., Jha, A., Chaudhary, A. & Upadhyay, A. (2014). Enhancement of the functionality of bread by incorporation of Shatavari (*Asparagus racemosus*), *J Food Sci Technol* 51(9):2038–2045
122. Sicignano, A. (2015). Effects of raw material, technological process and cooking procedure on quality of pasta from durum wheat semolina. PhD dissertation, University of Naples Federico II, Naples
123. Slaughter, D. C. (1989). Guide to wheat hardness Springfield, VA, USA: USDA–ARS, ARS 79, National Technology Information Service
124. Sozer N. & Kaya, A. (2008). The effect of cooking water composition on textural and cooking properties of spaghetti. *International Journal of Food Properties* 11, 351–362
125. Stamatovska, V., Kalevska, T., Menkinoska, M., Nakov, G., Uzunoska, Z. & Mitkova, L. (2016). Correlations between quality of flour T-500 characteristics and bread volume. *Food and Environment Safety - Journal of Faculty of Food Engineering, Ştefan cel Mare University - Suceava Volume XV, Issue 1 – 2016*, 46-54
126. Stone, H. & Sidel, J. L. (2004). Sensory Evaluation Practices. Third Edition. Academic, San Diego
127. Szafranska, A. (2014). Comparison of alpha-amylase activity of wheat flour estimated by traditional and modern techniques. *Acta Agrophysica* 21 (4), 493-505
128. Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215–225
129. Škrobot, D. (2016). Senzorski, nutritivni i funkcionalni profil integralne testenine sa dodatkom heljdinog brašna. Doktorska disertacija, Novi Sad
130. Tanović, G. (1986). Prilog proučavanju parametara usitnjavanja pri krupljenju domaće pšenice. Doktorska disertacija, Novi Sad
131. Tomić, J. (2015). Karakterizacija albumina i biohemski aspekti kvaliteta pšenice (*Triticum aestivum*). Doktorska disertacija, Novi Sad
132. Trajković, J., Mirić, M., Baras, J. & Šiler, S. (1983). Analize životnih namirnica. Univerzitet u Beogradu
133. Tulse, S.B., Reshma, V., Inamdar, A. & Sakhare, S.D. (2014). Studies on multigrain milling and its effects on physical, chemical and rheology characteristics of milled streams, *Journal of Cereal Science*, 361-367
134. Unbehend, Lj., Unbehend, G. & Lindhauer, M. G. (2003). Protein composition of some Croatian and German wheat varieties and their influence on the loaf volume. *Food/Nahrung*, 47, 145-148

135. Vandarkuzhali, Narayanasamy S. (2015). Color, texture, cooking properties and nutritional composition of extruded pasta incorporated with germinated horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) flour. *Journal of Applied Science IJRDO*, Vol 1 Issue 9 Paper 2, 26-38
136. Van Der Borght, A., Goesaert, H., Veraverbeke, W. S. & Delcour, J. A. (2005). Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. *Journal of Cereal Science*, 41, 221–237
137. Vensel, W. H., Tanaka, C. K., Cai, N., Wong, J. H., Buchanan, B. B. & Hurkman, W. J. (2005). Developmental changes in the metabolic protein profiles of wheat endosperm. *Proteomics*, 5, 1594–1611
138. Veraverbeke, W. & Delcour, J. (2002). Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 179-208
139. Vissers, A., Adams, M. & Tucker, G. (2019). Wheat preprocessing methods to improve nutritional and technological functionality. *Cereal Foods World* Vol 64, No4
140. Zakon o hrani, Službeni glasnik BiH, broj 50/04
141. Zarzycki, P., Sykut-Domanska, E., Sobota, A., Teterycz, D., Krawecka, A., Blicharz-Kania, A., Andrejko, D. & Zdybel, B. (2020). Flaxseed Enriched Pasta—Chemical Composition and Cooking Quality, *Journal Foods*, 9, 404
142. Zhang, A. (2020). Effect of wheat flour with different quality in the process of making flour products, *Int. J. Metrol. Qual. Eng.* 11, 6
143. Zydenbos, S. & Humphrey-Taylor, V. (2003). Biscuits, cookies and crackers, Nature of the products, Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, 524-528
144. Žeželj, M. (1995). Tehnologija žita i brašna – poznavanje čuvanje i prerada žita. Tehnološki fakultet, Novi Sad
145. Žeželj, M. (2005). Tehnologija žita i brašna – prerada brašna. NIP Glas javnosti, Beograd
146. Živančev, D. (2014). Analiza uticaja genetskih, mikroklimatskih i ekoloških faktora na sastav glutena i tehnološki kvalitet sorti pšenice. Doktorska disertacija, Novi Sad
147. Žižić, M., Lovrić, M. & Pavličić, D. (1999). Metodi statističke analize. Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu
148. Wang, J., Rosell, C. M. & Benedito, B. C. (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*. 79, 221–226

149. Wang, L. & Flores, R.A. (1999). Effect of Different Wheat Classes and Their Flour Milling Streams on Textural Properties of Flour Tortillas, *Cereal Chem.* 76(4):496–502
150. Warechowska, M., Warechowski, J. & Markowska, A. (2013). Interrelations between selected physical and technological properties of wheat grain, *Technical sciences* 16(4), 281-290
151. www.world-grain.com/articles/10198-wheat-blending.
152. www.gograph.com/clipart/bakery
153. www.gograph.com/clipart/pastaproduction
154. www.gograph.com/clipart/cakesproduction
155. www.bakeinfo.co.nz

7. PRILOZI

Prilog 1

Tehnološki fakultet Univerzitet u Banjoj Luci Laboratorijska analiza namirnica		
ANKETA za izbor kandidata		
Datum:		
<i>Molimo Vas da pažljivo pročitate i popunite anketni list. Podaci koji se prikupe ovom anketom koristiće se isključivo za potrebe odabira kandidata za formiranje senzorskog panela.</i>		
OPŠTE INFORMACIJE		
Ime i prezime:		
Datum rođenja:		
Mjesto rođenja:		
Pol:	muški	ženski
Bračno stanje:		
Broj djece:		
Zanimanje:		
Godine staža:		
DODATNE INFORMACIJE		
<i>Molimo Vas da zaokružite jedan od ponuđenih odgovora.</i>		
Da li ste zainteresovani da učestvujete u senzornoj ocjeni hrane?	da	ne
Da li imate prethodnog iskustva u senzornom ocjenjivanju?	da	ne
Ukoliko je odgovor „da“, navedite u kojoj vrsti senzornog ocjenjivanja ste učestvovali?		
Da li ste zainteresovani da učestvujete u obuci, treningu, i testiranju Vaših čula za potrebe senzorne ocjene hrane?	da	ne
Da li ste alergični na neku hranu?	da	ne
Ukoliko je odgovor „da“, navedite na koju hranu.		
Da li bolujete od neke hronične bolesti?	da	ne
Ukoliko je odgovor „da“, navedite od koje bolesti.		
Da li nosite Zubnu protezu?	da	ne
Da li nosite naočare?	da	ne
Da li ste pušač?	da	ne
Da li ste trudni? (<i>Samo za kandidate ženskog pola.</i>)	da	ne
Imate sklonost prema hrani koja je:	slana	slatka
Navedite vaše omiljeno piće:		
Navedite vašu omiljenu boju:		
Da li konzumirate hljeb?	da	ne
Da li konzumirate keks i proizvode srođne keksu?	da	ne
Da li konzumirate tjesteninu?	da	ne

Prilog 2

TEHNOLOŠKI FAKULTET BANJA LUKA Laboratorija za senzornu ocjenu namirnica		OCJENJAVAČKI LIST			Ocenjivačko mjesto			
		Naziv proizvoda	BIJELI HLJEB					
Ime i prezime ocjenjivača					Datum ocjenjivanja			
Red. broj	Odabrana svojstva kvaliteta		Ocjena*	Koefficijent važnosti (Cv)	Korigovana ocjena (3x4)	Napomena		
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)		
01	OBLIK I VOLUMEN			4				
02	SPOLJAŠNJI IZGLED			3				
03	IZGLED SREDINE			5				
04	MIRIS KORE I SREDINE			3				
05	UKUS KORE I SREDINE			5				
			$\sum = 20$		$\sum^{**} = \%$			
*Ocjene se daju u rasponu od 1 (neprihvatljiv nivo kvaliteta) do 5 (očekivani nivo kvaliteta)								
**Zbir korigovanih vrijednosti se izražava u % i naziva se „Procenat od maksimalno mogućeg kvaliteta“								

Prilog 3

UPUTSTVO ZA SENZORNU OCJENU BIJELOG HLJEBA	
Ocjene /bodovi	Odabrana svojstva kvaliteta
	OBLIK I VOLUMEN (koeficijent važnosti 4)
5	Oblik pravilan, bez odstupanja.
4	Oblik djelimično nepravilan – malo spljošten. Premali volumen.
3	Oblik djelimično nepravilan - neznatno spljošten. Malo deformisan.
2	Oblik nepravilan - spljošten, malo nagnječen. Nizak hljeb. Jača deformacija.
1	Oblik nepravilan – jako spljošten, znatno deformisan, nagnječen. Hljeb raspucan.
	SPOLJAŠNJI IZGLED (koeficijent važnosti 3)
5	Kora jednolika, tanka, glatka, reš, sjajno rumene boje. Boja i sjaj kore ujednačeni. Hljeb bez mjehura i pukotina.
4	Kora nešto tvrđa, slabo prepečena. Boja kore jedva primjetno neujednačena, ali svojstvena bijelom hlebu. Hljeb bez mjehura i pukotina.
3	Boja kore primjetno neujednačena. Hljeb bez mjehura i pukotina.
2	Kora pretvrda, preslaba, lomljiva, jako ispucana. Boja kore neujednačena s pojavom bljeđih pjega ili jače obojenih mesta. Hljeb sa djelimičnom pojavom mjehura i pukotina sa jedne strane.
1	Kora nepečena, spužvasta, nagorela ili ugljenisana, bez sjaja. Hljeb sa izrazitom pojavom mjehura i pukotina sa obe strane.
	IZGLED SREDINE (koeficijent važnosti 5)
5	Boja sredine ujednačena i svojstvena bijelom hlebu. Sredina potpuno povezana s korom, dobro ispečena (nije gnjecava). Elastičnost odlična, brzo vraćanje sredine nakon pritiska palcem. Homogena struktura, bez grudvica soli i brašna, bez vodenastih prstenova i slaninastih slojeva. Ravnomjerno raspoređene fine, sitne, sunđeraste pore na presjeku.
4	Boja sredine jedva primjetno neujednačena, ali svojstvena bijelom hlebu. Sredina potpuno povezana s korom, dobro ispečena (nije gnjecava). Elastičnost vrlo dobra. Homogena struktura, bez grudvica soli i brašna, bez vodenastih prstenova i slaninastih slojeva. Finoća pora skoro fina.
3	Boja sredine primjetno neujednačena, ali svojstvena bijelom hlebu. Kora odvojena od sredine na dužini od 20 mm. Elastičnost dobra. Sredina malo vlažna, bez grudvica soli i brašna, vodenastih

	prstenova i slaninastih slojeva. Finoća pora malo gruba. Slabo trganje sredine.
2	Boja sredine neujednačena, malo tamnija. Kora odvojena od sredine na dužini od 30 mm. Veće rupe u sredini, manji prazni prostori pod površinom kore. Elastičnost zadovoljava. Sredina malo gnjecava, vidljivi manji ostaci brašna, manji ostaci tijesta, s uskim vodenastim prstenom, ali bez slaninastih slojeva. Neravnomjerno raspoređene grube pore.
1	Boja sredine veoma neujednačena, znatno tamnija, ne odgovara vrsti proizvoda. Kora odvojena od sredine na dužini većoj od 30 mm. Elastičnost ne zadovoljava, neelastična kao maslac. Sredina gnjecava sa izrazitim vodenim prstenovima i slaninastim slojem, lijepi se za palac, vidljivo više grudvica brašna i soli. Izrazito grube i nejednake pore. Jako kidanje sredine.
MIRIS KORE I SREDINE (koeficijent važnosti 3)	
5	Aromatičan, veoma izražen, prijatan miris, svojstven bijelom hljebu. Bez prigovora.
4	Slabo aromatičan, izražen, prijatan, slabo kiselkast miris, svojstven bijelom hljebu.
3	Slabo izražen miris, svojstven bijelom hljebu sa blagim mirisom na kvasac.
2	Miris nedovoljno izražen, svojstven bijelom hljebu sa izraženim mirisom na kvasac. Slatkast miris. Kiseo miris.
1	Miris nesvojstven bijelom hljebu. Miris na pljesan. Neprijatan miris na kvasac. Stran miris. Potpuno nečist miris. Jako kiseo miris.
UKUS KORE I SREDINE (koeficijent važnosti 5)	
5	Tipičan ukus bijelog hljeba, pun-aromatičan, veoma izražen, prijatan, bez ikakvog dodatnog ukusa. Topivost kore i sredine odlična. Kora nije tvrda i žilava. Sredina se ne lijepi i ne mrvi.
4	Ukus slabije aromatičan, izražen, prijatan, svojstven bijelom hljebu, slabo kiselkast. Topivost kore i sredine vrlo dobra. Kora malo tvrda. Sredina se ne lijepi i ne mrvi.
3	Ukus slabo izražen, svojstven bijelom hljebu. Topivost kore i sredine dobra. Kora malo žilava ili tvrda. Sredina se malo lijepi ili malo mrvi.
2	Ukus nedovoljno izražen, svojstven bijelom hljebu. Hljeb malo neslan, preslan, kiseo ili slatkast. Nečist ukus. Topivost kore i sredine zadovoljava. Kora žilava ili pretvrda. Sredina se lijepi ili mrvi.
1	Ukus nesvojstven bijelom hljebu. Hljeb preslan, veoma kiseo, gorak, bljutav. Ukus na pljesni. Stran ukus. Topivost kore i sredine nezadovoljavajuća. Kora suviše tvrda ili žilava. Sredina se veoma lijepi ili mrvi.

Prilog 4

Vrednovanje nivoa kvaliteta bijelog hljeba	
% od maksimalnog mogućeg kvaliteta	Opis
90-100	Odličan
80-89	Vrlo dobar
70-79	Dobar
60-69	Zadovoljavajući
50-59	Slab
40-49	Loš
<40	Veoma loš

Prilog 5

<i>Laboratorija za senzornu analizu namirnica</i>	OCJENJAVAČKI LIST		Ocenjivačko mjesto
Naziv proizvoda:	Štrudlice sa voćnim punjenjem od višnje		
Datum analize	Prezime i ime:	Šifra uzorka:	
Senzorna svojstva			Srednja ocjena
(A) IZGLED KEKSA			Ocjena svojstva
A.1. Oblik keksa	pravilan		
	deformacija - zakriviljenost		
	spljošten		
A.2. Izgled presjeka keksa	odgovarajući – pravilan		
	nadjev pravilno raspoređen		
	oštećenje ruba		
	razmazan nadjев po gornjem rubu		
	razmazan nadjev po presjeku		
A.3. Izgled gornje površine keksa	pravilan – ujednačen		
	ravnomjerna fina hraptavost strukture		
	ravnomjerna gruba hraptavost strukture		
	sitne pukotine u strukturi površine		
	grube pukotine u strukturi površine		
A.3. Izgled donje površine keksa	pravilan – ujednačen		
	ravnomjerna fina hraptavost strukture		
	ravnomjerna gruba hraptavost strukture		
	sitne pukotine u strukturi površine		
	grube pukotine u strukturi površine		
(B) BOJA KEKSA			Ocjena svojstva
B.1. Boja gornje površine keksa	ujednačena		
	odgovarajuća		
	svjetlija – nedovoljno pečena		
	tamnija – prepečena		
B.2. Boja donje površine keksa	ujednačena		
	odgovarajuća		
	svjetlija – nedovoljno pečena		
	tamnija – prepečena		
ZADATAK <i>Ocenite kvalitet svakog senzornog svojstva keksa i uočena odstupanja u kvalitetu u rasponu vrijednosti ocjena od 5 do 1</i>		5 = Odgovarajući kvalitet 4 = Neznatno odstupanje 3 = Primjetno odstupanje 2 = Jasno izražena greška 1 = Jako izražena greška 0 = Nije identifikovano	

Prilog 5 (nastavak)

Senzorna svojstva		Srednja ocjena
(C) TEKSTURA KEKSA	Ocjena svojstva	
C.1. Tvrdoća keksa kod zagriza	odgovarajuća – umjerena tvrdi od očekivanog kvaliteta mekši od očekivanog kvaliteta	
C.2. Geometrijska svojstva i žvakljivost keksa u toku žvakanja (prva 3-4 žvaka)	fini – nježni komadići grubi – oštiri komadići prhk – rasipa se u ustima gnjecav – lijepi se po ustima žilav	
D) UKUS KEKSA I UTISAK U USTIMA	Ocjena svojstva	
Harmoničnost ukusa keksa i voćnog punjenja		
Slast keksa i voćnog punjenja		
Kiselost		
Slanost		
Gorčina		
E) MIRIS KEKSA U TOKU ŽVAKANJA ZALOGAJA (retronazalno)	Ocjena svojstva	
D.1. Harmoničnost mirisa pečenog tijesta keksa i voćnog punjenja		
D.2. Miris keksa	Miris tijesta Miris masti (ako je uočljiv)	
D.3. Miris voćnog punjenja		
D.4. Nesvojstven miris (navesti koji)		
SREDNJA OCJENA ZA UKUPNI KVALITET		
ZADATAK <i>Ocenite kvalitet svakog senzornog svojstva keksa i uočena odstupanja u kvalitetu u rasponu vrijednosti ocjena od 5 do 1</i>	5 = Odgovarajući kvalitet 4 = Neznatno odstupanje 3 = Primjetno odstupanje 2 = Jasno izražena greška 1 = Jako izražena greška 0 = Nije identifikovano	

Prilog 6

Laboratorijska analiza namirnica	OCJENJIVAČKI LIST		Ocenjivačko mjesto:
Datum analize:	Prezime i ime:		
Naziv proizvoda: VAFEL PROIZVOD – NUGAT KOCKE			Šifra uzorka:
Odabrana senzorna svojstva		Ocjena svojstva	Primjedba / Komentar
A) IZGLED vafla	A.1. Oblik vafla		
	A.2. Izgled presjeka vafla		
	A.3. Izgled površine vafla		
B) BOJA vafla			
C) TEKSTURA vafla	C.1. Tvrdoća vafla kod zagrizanja		
	C.2. Hrskavost vafla kod zagrizanja i tip lomljenja		
D) UKUS – SLAST vafla			
E) MIRIS/AROMA vafla u toku žvakanja zalogaja (retronazalno)			
Srednja ocjena za ukupni kvalitet			
<p>ZADATAK: Ispitajte senzorna svojstva proizvoda i na osnovu predloženih kriterijuma za kvalitet, dodijelite ocjene u rasponu od 5 do 1, koje u najvećoj mjeri odgovaraju Vašem sudu o kvalitetu.</p>			

Prilog 7

KRITERIJUMI ZA OCJENU SENZORNIH SVOJSTAVA VAFEL PROIZVODA – NUGAT KOCKI	
OCJENA	A) IZGLED VAFLA A.1. Oblik vafla
5	Odgovarajući i pravilan oblik za tip proizvoda: a) pravilan oblik kocke; b) pravilno sječeni rubovi , neiskrzani.
4	Skoro odgovarajući oblik. Neznatno odstupanje: a) oblika; b) rubova.
3	Primjetna odstupanja: a) oblika; b) rubova.
2	Jasno izražene greške. Neujednačenost i odstupanje: a) oblika; b) rubova.
1	Jako izražene greške. Neujednačenost i veliko odstupanje: a) oblika; b) rubova.
OCJENA	A) IZGLED VAFLA A.2. Izgled presjeka vafla
5	Odgovarajući izgled presjeka: a) ujednačena debljina vafel listova; b) ujednačena debljina nadjeva; c) nadjev čvrsto povezuje vafel listove.
4	Skoro odgovarajući izgled presjeka vafla. Neznatno odstupanje: a) u debljini vafel listova; b) u debljini nadjeva; c) u povezanosti nadjeva i vafel listova.
3	Primjetna odstupanja: a) u debljini vafel listova; b) u debljini nadjeva; c) u povezanosti nadjeva i vafel listova.
2	Jasno izražene greške: a) u debljini vafel listova; b) nadjev nedostaje između listova; c) nadjev prelazi vafel list; d) u povezanosti nadjeva i vafel listova.
1	Jako izražene nepravilnosti: a) u debljini vafel listova; b) nadjev nedostaje između listova; c) nadjev prelazi vafel list; d) nadjev ne povezuje vafel listove koji su odvojeni.
OCJENA	A) IZGLED VAFLA A.3. Izgled površine vafla
5	Pravilan i odgovarajući izgled površine: a) jasno izražen reljef površine; b) čista površina bez ostatka nadjeva; c) kompaktna površina – bez pukotina.
4	Skoro odgovarajući izgled površine vafla. Neznatno odstupanje: a) u reljefu površine; b) u čistoći površine; c) u kompaktnosti površine.
3	Primjetna odstupanja: a) u reljefu površine; b) u čistoći površine; c) sitne pukotine u strukturi površine.
2	Jasno izražene greške: a) reljef je nepravilan i neravnomjerno raspoređen; b) grube pukotine u strukturi površine.
1	Jako izražene nepravilnosti: a) reljef je izraženo nepravilan; b) velike i grube pukotine u strukturi površine; c) rasipanje i lomljjenje.
OCJENA	B) BOJA vafla
5	Svijetlo žuta i ujednačena boja vafel listova. Izražena i ujednačena boja nadjeva.
4	Neznatna odstupanja: malo svjetlijia nijansa boje av) vafel listova; an) nadjeva; malо tamnija nijansa boje bv) vafel listova; bn) nadjeva; mala neujednačenost boje cv) vafel listova; cn) nadjeva.
3	Primjetna odstupanja: svjetlijia nijansa boje av) vafel listova; an) nadjeva; tamnija nijansa boje bv) vafel listova; bn) nadjeva; neujednačenost boje cv) vafel listova; cn) nadjeva.
2	Izražena odstupanja: a) tamnija nijansa vafel listova – prepečeni listovi, b) listovi sa svijetlim poljima ili mrljama ; c) neujednačena boja.
1	Jako izražena odstupanja: a) izrazito tamnija nijansa; b) izrazito svjetlijia nijansa; c) izrazito neujednačena boja; d) pojava blijeđih pjega ili jače obojenih mjesta.
OCJENA	C) TEKSTURA VAFLA C.1. Tvrdoća vafla kod zagriza
5	Odlična. Pruža otpor prilikom zagriza. Postojana i čvrsta tekstura.

4	Vrlo dobra. Umjereni tvrda tekstura – za nijansu mekša od očekivane.
3	Dobra. Tvrdoća blago izmjenjena – mekša od očekivane.
2	Zadovoljavajuća. Tvrdoća izmjenjena – uočljivo je mekša od očekivane. Žilav, gnjecav proizvod.
1	Loša. Ne pruža otpor prilikom zagriza. Previše a) mek; b) krt i c) gumast.
OCJENA	c) TEKSTURA VAFLA C.2. Hrskavost vafla kod zagriza i tip lomljenja.
5	Odlična. Izrazito hrskavi vafel listovi. Ravnomjerno usitnjavanje vafla i nadjeva.
4	Vrlo dobra. Hrskavi vafel listovi. Neznatno odstupanje u ravnomjernosti usitnjavanja vafla i nadjeva.
3	Dobra. Neznatna žilavost/guminoznost. Primjetno odstupanje u ravnomjernosti usitnjavanja vafla i nadjeva.
2	Zadovoljavajuća. Izraženija žilavost/guminoznost. Neravnomjerno usitnjavanje vafla i nadjeva.
1	Loša. Žilav ili gnjecav proizvod. Neravnomjerno usitnjavanje vafla i nadjeva.
OCJENA	d) UKUS – SLAST VAFLA
5	Svojstven a) za pečene vafel listove i nugat/lješnik punjenje; b) izražen, prijatan; c) sklad ukusa vafla i mase za punjenje.
4	Neznatna odstupanja: a) malo slađi; b) nedovoljno sladak.
3	Primjetna odstupanja: a) previše sladak; b) nedovoljno sladak.
2	Izražena odstupanja: a) nesvojstven ili stran ukus; b) kiselkast ukus; c) slankast ukus; d) blaga gorčina.
1	Jako izražena odstupanja ukusa: a) strani ili neprijatan; b) kiseo; c) slan; d) gorak; e) užegao.
OCJENA	e) MIRIS/AROMA VAFLA U TOKU ŽVAKANJA ZALOGAJA (retronazalno)
5	Svojstven , prijatan i izražen miris/aroma: a) pečenog vafla; b) nugat/lješnik punjenja.
4	Neznatna odstupanja: a) slabije izražen miris pečenog vafla; b) slabije izražen miris lješnika; c) jače izražen miris lješnika.
3	Primjetna odstupanja: a) neizražen miris pečenog vafla, b) neizražen miris lješnika.
2	Izražena odstupanja: a) nesvojstven ili stran miris; b) miris na kiselo.
1	Jako izražena odstupanja: a) strani ili neprijatan miris; b) miris na užeglo.

Prilog 8

Laboratorija za senzornu analizu namirnica	OCJENJAVAČKI LIST		Ocenjivačko mjesto:	
Datum analize:	Prezime i ime :			
Naziv proizvoda: NEKUVANA TJESTENINA – MAKARONE			Šifra uzorka:	
Oznaka	Odabrana senzorna svojstva	Ocjena svojstva	Primjedba / Komentar	
A)	Oblik			
B)	Boja i ujednačenost boje			
C)	Izgled površine			
D)	Lomljivost			
Srednja ocjena za ukupni kvalitet				
ZADATAK: Ispitajte senzorna svojstva proizvoda i na osnovu predloženih kriterijuma za kvalitet, dodijelite ocjene u rasponu od 5 do 1, koje u najvećoj mjeri odgovaraju Vašem sudu o kvalitetu.				
Naziv proizvoda: KUVANA TJESTENINA - MAKARONE			Šifra uzorka:	
Oznaka	Odabrana senzorna svojstva	Ocjena svojstva	Primjedba / Komentar	
A)	Oblik			
B)	Boja i ujednačenost boje			
C)	Miris			
D)	Čvrstoća			
E)	Elastičnost			
F)	Ljepljivost			
G)	Ukus i aroma			
H)	Žvakljivost			
Srednja ocjena za ukupni kvalitet				
ZADATAK: Ispitajte senzorna svojstva proizvoda i na osnovu predloženih kriterijuma za kvalitet, dodijelite ocjene u rasponu od 5 do 1, koje u najvećoj mjeri odgovaraju Vašem sudu o kvalitetu.				

Prilog 9

SENZORNO SVOJSTVO	TEHNIKA OCJENJIVANJA
NEKUVANA TJESTENINA	
Oblik	Makaroni su šuplja i kratko rezana tjestenina, blago zakrivljena, ujednačene debljine i pravilnih rubova. Ocjenjuje se vizuelno.
Boja i ujednačenost boje	Boja makarona je žuta. Treba biti ujednačenog intenziteta na površini makarona, bez pojave bjeličastih i/ili tamnijih pjega. Ocjenjuje se vizuelno.
Izgled površine	Površina je mat – bez sjaja, blago hrapava sa oblikovanim jasno izraženim tankim uzdužnim prugama. Ocjenjuje se vizuelno.
Lomljivost	Ocenjuje se kao sila potrebna da se makaron usitni na komade prstima, uz ocjenu načina lomljenja. Uzorak se drži između palca i kažiprsta. Analizira se sila potrebna za usitnjavanje makarona, zatim veličina i broj izlomljenih komada, kao i izgled površine preloma.
KUVANA TJESTENINA	
Oblik	Makaroni su šuplja i kratko rezana tjestenina, blago zakrivljena, ujednačene debljine i pravilnih rubova. Ocjenjuje se vizuelno.
Boja i ujednačenost boje	Boja makarona je nježna svijetlo žuta, boja šampanjca. Treba biti ujednačenog intenziteta na površini makarona, bez pojave bjeličastih i/ili tamnijih pjega. Ocjenjuje se vizuelno.
Miris	Miris tjestenine ocjenjuje se udisanjem isparljivih komponenti neposredno iznad uzorka. Miris kuvanog tijesta treba biti prijatan, blago izražen.
Čvrstoća	Ocenjuje se kao otpor prema deformaciji makarona tokom primjene pritiska palca i kažiprsta, do momenta pucanja.
Elastičnost	Ocenjuje se sposobnost makarona da se rastežu u suprotnim smjerovima po uzdužnoj osi bez pucanja i sposobnost vraćanja u prvobitni položaj, nakon prestanka djelovanja sile.
Ljepljivost	Ljepljivost površine makarona zavisi od količine otpuštenog skroba. Ocenjuje se tako što se uzorak uz lagan pritisak pusti da klizi između palca i kažiprsta. Nakon toga se ocjenjuje koliko su prsti ljepljivi.
Ukus i aroma	Ocenjuje se kao utisak nastao nadražajem rastvorljivih i isparljivih sastojaka tjestenine, oslobođenih u toku žvakanja i neposredno prije gutanja.
Žvakljivost	Ocenjuje se kao broj žvakova potrebnih da se uzorak dovede u oblik pogodan za gutanje.

Prilog 10

KRITERIJUMI ZA OCJENU SENZORNIH SVOJSTAVA NEKUVANE TJESTENINE	
OCJENA	A) OBLIK
5	Odgovarajući i pravilan oblik za tip tjestenine: a) blago zakriviljen; b) ujednačene debljine; c) pravilnih rubova, neiskrzan; d) nije valovit.
4	Skoro odgovarajući oblik. Neznatno odstupanje: a) po dužini; b) po širini.
3	Primjetna odstupanja: a) po dužini; b) po širini, c) iskrzani rubovi, d) neznatno spljošten oblik.
2	Jasno izražene greške. Neujednačenost i odstupanje: a) po dužini; b) po širini; c) po debljini; d) nepravilni rubovi, e) sljepljenost, f) deformacija.
1	Jako izražene greške. Neujednačenost i veliko odstupanje: a) po dužini; b) po širini; c) po debljini, d) valovitost; e) sljepljenost; f) deformacija.
OCJENA	B) BOJA I UJEDNAČENOST BOJE
5	Žuta. Ujednačena boja.
4	Neznatna odstupanja: a)svjetlijia nijansa; b) tamnija nijansa; c) neznatna neujednačenost boje.
3	Primjetna odstupanja: a) intenzivnija nijansa; b) djelimično ujednačena boja; c) pojava bijelih pjega; d) pojava tamnih pjega.
2	Izražena odstupanja: a) sivkasta ili prljavo bijela nijansa, b) neujednačena boja, c) pojava bijelih pjega; d) pojava tamnih pjega.
1	Jako izražena odstupanja: a) izrazito tamnija nijansa; b) izrazito neujednačena boja.
OCJENA	C) IZGLED POVRŠINE
5	a) Mat površina; b) blago hrapava površina; c) jasno izražene pruge; d) ravnomjerno raspoređene pruge.
4	a) Mat površina; b) blago hrapava površina; c) slabije izražene pruge; d) neravnomjerno raspoređene pruge.
3	a) Mat površina; b) hrapava površina; c) pojava sitnih pukotina.
2	Izražena odstupanja: a)izraženo hrapava i gruba površina; b) pojava velikih pukotina.
1	Jako izražena odstupanja: a) jako hrapava i gruba površina; b) mramorirana i cjelokupno ispučala površina.
OCJENA	D) LOMLJIVOST
5	Odlična otpornost na lom: a) teško se lomi; b) lomi se na nekoliko komada; c) ravna, staklasta i čista površina preloma.
4	Vrlo dobra otpornost na lom: a) teško se lomi; b) ravna, staklasta i čista površina preloma.
3	Dobra otpornost na lom: a) manje teško se lomi; b) nepravilna površina preloma.
2	Loša otpornost na lom: a) lako se lomi; b) oštra i nepravilna površina preloma.
1	Izrazito loša otpornost na lom: a) lako se lomi na više sitnih komadića; b) neravna, oštra i brašnjava površina preloma.

KRITERIJUMI ZA OCJENU SENZORNIH SVOJSTAVA KUVANE TJESTENINE	
OCJENA	A) OBLIK
5	Odgovarajući i pravilan oblik za tip tjestenine: a) blago zakriviljen; b) ujednačene debljine; c) pravilnih rubova, neiskrzan.
4	Skoro odgovarajući oblik. Neznatno odstupanje: a) po dužini; b) po širini.
3	Oblik djelimično nepravilan. Primjetna odstupanja: a) po dužini; b) po širini, c) iskrzani rubovi, d) neznatno spljošten oblik.
2	Oblik nepravilan sa jasno izraženim greškama. Neujednačenost i odstupanje: a) po dužini; b) po širini; c) po debljini; d) nepravilni rubovi, e) sljepljenost, f) deformacija.
1	Jako izražene greške. Neujednačenost i veliko odstupanje: a) po dužini; b) po širini; c) po debljini; d) sljepljenost; e) deformacija.
OCJENA	B) BOJA I UJEDNAČENOST BOJE
5	Specifična za kuvanu tjesteninu, nježno svijetlo žuta boja, boja šampanjca. Ujednačena boja.
4	Neznatna odstupanja: a) jedva primjetna neželjena nijansa boje; b) skoro ujednačena boja.
3	Primjetna odstupanja: a) primjetna neželjena nijansa boje u odnosu na očekivanu boju; b) djelimično ujednačena boja; c) pojava bijelih pjega; d) pojava tamnih pjega.
2	Izražena odstupanja: a) jasno izražena neželjena nijansa boje; b) neujednačena boja; c) pojava bijelih pjega; d) pojava tamnih pjega.
1	Jako izražene greške: a) boja neodgovarajuća za proizvod; b) izrazito neujednačena boja.
OCJENA	C) MIRIS
5	Svojstven , prijatan i veoma izražen miris na kuvano tijesto.
4	Svojstven, prijatan i izražen miris na kuvano tijesto.
3	Svojstven, prijatan i slabije izražen miris na kuvano tijesto.
2	Nesvojstven , neprijatan, prisustvo stranog mirisa npr. na kiselo tijesto, papir.
1	Neprijatan, strani miris: a) na užeglo ili b) na plijesan.

OCJENA	D) ČVRSTOĆA
5	Odlična , čvrsta tekstura.
4	Vrlo dobra , umjereno čvrsta tekstura.
3	Dobra , čvrstoća blago izmjenjena: a) mekša; b) tvrđa.
2	Zadovoljavajuća , čvrstoća – tekstura primjetno izmjenjena: a) meka; b) pretvrda.
1	Loša , raspada se, neprihvativ kvalitet.
OCJENA	E) ELASTIČNOST
5	Odlična , vrlo brzo se vraća u prvobitno stanje.
4	Vrlo dobra , brzo se vraća u prvobitno stanje.
3	Dobra , sporo se vraća u prvobitno stanje.
2	Zadovoljavajuća , primjetno sporo se vraća u prvobitno stanje.
1	Loša , ne vraća se u prvobitno stanje, ostaje u rastegnutom položaju.
OCJENA	F) LJEPLJIVOST
5	Neznatna , prsti se ne lijepe.
4	Mala , na prstima ostaje tanak sloj skroba koji stvara slabu ljepljivost.
3	Srednja , na prstima ostaje sloj skroba koji stvara umjerenu ljepljivost.
2	Velika , prsti su pokriveni većim slojem skroba koji stvara značajnu ljepljivost.
1	Veoma velika , prsti su pokriveni gustim slojem skroba i lako se lijepe.
OCJENA	G) UKUS (slast, punoća) I AROMA
5	Svojstven, prijatan, intenzivan ukus i aroma kuvane tjestenine.
4	Svojstven, prijatan, slabije intenzivan ukus i aroma kuvane tjestenine.
3	Svojstven, prijatan, manje intenzivan ukus i aroma kuvane tjestenine.
2	Nesvojstven , neprijatan ukus: a) bljutav – vodnjikav; b) kiselkast; c) gorak; d) strana aroma.
1	Neprijatan, strani ukus : a) kiseo; b) užegao; ili aroma c) na pljesni; d) neka druga...
OCJENA	H) ŽVAKLJIVOST
5	Odlična (4-5 žvakova).
4	Vrlo dobra (7-8 žvakova).
3	Dobra (10-11 žvakova).
2	Zadovoljavajuća (13-14 žvakova).
1	Loša (preko 15 žvakova).

Biografija autora

Mr Nataša Lakić-Karalić je rođena 08.06.1979. u Bihaću. Osnovnu školu je završila u Ripču, opština Bihać. U Banjoj Luci je u periodu od 1994. do 1998. godine pohađala Srednju medicinsku školu i stekla diplomu fizioterapeutskog tehničara. Osnovne studije je pohađala od 1998. do 2003. godine na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, studijski program Biotehnološko – prehrambeni. Diplomirala je 13.11.2003. godine i stekla zvanje diplomirani inženjer tehnologije. Tokom školovanja dobitnik je brojnih nagrada i pohvala za postignute rezultate: diploma „Vuk Karadžić“ za postignut izuzetan opšti uspjeh u učenju i vladanju u osnovnoj školi (Osnovna škola „Stana Sučević“ Bihać), diploma „Vuk Karadžić“ za postignut izuzetan opšti uspjeh u učenju i vladanju u srednjoj školi (Srednja medicinska škola Banja Luka), „Zlatna plaketa“ za postignut uspjeh (prosječna ocjena 9.33) i završetak u roku na osnovnom studiju (Univerzitet u Banjoj Luci). Postdiplomske studije završava 2012. godine na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, smjer Prehrambene tehnologije i biotehnologije, i stiče zvanje magistra tehničkih nauka iz oblasti prehrambenih tehnologija.

U periodu od 2005. do 2009. godine bila je radno angažovana u NU Institut zaštite, ekologije i informatike, Banja Luka kao istraživač saradnik. Potom je 2009. godine izabrana u zvanje asistenta i zasnovala radni odnos na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci. Na Tehnološkom fakultetu u Banjoj Luci je 2012. godine izabrana u zvanje višeg asistenta i izvodi nastavu na više nastavnih predmeta iz oblasti Prehrambenih tehnologija na Tehnološkom i na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci.

U toku naučne djelatnosti, mr Nataša Lakić-Karalić, je kao autor ili koautor objavila 14 originalnih naučnih radova i 4 stručna rada. Učestvovala je u realizaciji 5 projekata i volonter je u 2 udruženja. Udata je i majka jednog djeteta.

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
БАНЈА ЛУКА

Primljen: 28.03.2022. PRILOGA:			
ORG. JED.	NR. JED.	AKT. SPPRA	VRIJEDNOSTI
1571	642	V22	

ИЗВЈЕШТАЈ
о оцјени урађене докторске дисертације

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

На основу члана 61. и 141. Закона о високом образовању („Службени Гласник РС”, број: 67/20), члана 54. Статута Универзитета у Бањој Луци, те члана 19. Статута Научно-наставног вијећа Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци, Научно-наставно вијеће Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци, на 10. сједници одржаној дана 15.03.2022. године, донијело је одлуку (број одлуке 15/3.522-22/22) о именовању Комисије за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић, под називом „Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна” у слједећем саставу:

1. Др Горан Вучић, ванредни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област: Управљање и контрола квалитета хране и пића, **предсједник**
2. Др Ладислав Василишин, ванредни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област: Прехранбене технологије намирница биљног поријекла, **ментор**
3. Др Славица Грујић, редовни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област: Управљање и контрола квалитета хране и пића, **члан**
4. Др Сузана Јахић, ванредни професор, Биотехнички факултет, Универзитет у Бихаћу, ужа научна област: Храна и пиће, **члан**

Комисија је у предложеном року прегледала и оцјенила докторску дисертацију кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић, под називом „Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна”, те у складу са важећим универзитетским правилницима и прописима Научно-наставном вијећу Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци подноси Извјештај о оцјени урађене докторске дисертације.

- 1) Навести датум и орган који је именовао комисију;
- 2) Навести састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, научно-наставног звања, назива у же научне области за коју је изабран у звање и назива универзитета/факултета/института на којем је члан комисије запослен.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Име, име једног родитеља, презиме:
Наташа (Миланко) Лакић-Каралић

Датум рођења, општина, држава:
08.06.1979. године, Бихаћ, Босна и Херцеговина

Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно послиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање:

Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, послиједипломске магистарске студије – научна област Прехранбене технологије, Магистар техничких наука из области прехранбених технологија

Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада:

Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, „Утицај индиректног начина израде тијеста на одређене квалитативне особине хљеба”, Прехранбене технологије, 28.05.2012. године

Научна област из које је стечено научно звање магистра наука:

Научна област Прехранбене технологије

Година уписа на докторске студије и назив студијског програма:

2016. Научна област Прехранбене технологије

- 1) Име, име једног родитеља, презиме;
- 2) Датум рођења, општина, држава;
- 3) Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно послиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање;
- 4) Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада;
- 5) Научна област из које је стечено научно звање магистра наука/академско звање мајстера;
- 6) Година уписа на докторске студије и назив студијског програма.

III УВОДНИ ДИО ОЦЛЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наставно-научно вијеће Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци је дана 19.05.2016. године донијело Одлуку број 15/3.1017-4.1/16 о усвајању Извјештаја Комисије о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе кандидата мр Наташе Лакић-Каралић. Сенат Универзитета у Бањој Луци је дана 23.06.2016. године донио Одлуку број 02/04-3.1589-92/16 којом се даје сагласност на Извјештај о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације на Технолошком факултету докторанта мр Наташе Лакић-Каралић под насловом „Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна”.

Докторска дисертација кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић је написана на српском језику и латиничним писмом. Садржај и изглед дисертације је у свему у складу са Правилником о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци (фонт Times New Roman, величина слова 12, проред 1,5 и формат А4). Дисертација је написана на 166 страница писаног текста и садржи 51 табелу, 9 слика и 1 графикон. У дисертацији је кориштено 155 литературних извора. Прилози су приказани на 15 страница. Текст

дисертације се састоји из 7 поглавља:

1. Увод.....	1
2. Циљ рада и хипотеза.....	2
3. Теоретски дио.....	5
4. Експериментални дио.....	54
5. Закључци.....	134
6. Литература.....	140
7. Прилози.....	151

На почетку докторске дисертације се налазе странице које нису нумирисане и то: насловна страна на српском језику, упоредна насловна страна на енглеском језику, страна са информацијама о ментору и дисертацији на српском језику, упоредна страна са информацијама о ментору и дисертацији на енглеском језику, страница са изразима захвалности и садржај. На крају дисертације се налази биографија аутора и три изјаве према Правилнику о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци.

- 1) Наслов докторске дисертације;
- 2) Вријеме и орган који је прихватио тему докторске дисертације
- 3) Садржај докторске дисертације са страничњем;
- 4) Истачи основне податке о докторској дисертацији: обим, број табела, слика, шема, графика, број цитиране литературе и навести поглавља.

IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Хљеб се користио као фундаментална намирница код многих цивилизација. Чак и данас, хљеб и производи од житарица чине базу пирамиде намирница, и њихова конзумација је препоручена према свим смјерницама нутриционалиста (Rosell, 2011). Хљеб и производи на бази житарица имају значајну улогу и исхрани човјека, јер имају позитиван ефекат на људско здравље.

Пшенично брашно је основна сировина за производњу великог асортимана производа и један од врло утицајних фактора, јер се његов квалитет у највећој мјери преноси на квалитет готовог производа (Жежељ, 2005). Преносећи у производ своје квалитетне особине и прехранбено-технолошка обиљежја, пшенично брашно у комбинацији са осталим употребљеним сировинама трајно остаје у њему, формирајући при том доминантну квантитативну и квалитативну вриједност производа. Хемијски састав пшеничног брашна показује снажан утицај на технолошки и сензорни квалитет хљеба и осталих пекарских производа (Zhang, 2020).

Целокупни квалитет пшеничног брашна се одређује према прехранбеној и технолошкој вриједности, па се изражава кроз прехранбени квалитет (који обухвата садржај свих хранљивих материја) и технолошки квалитет (скуп својстава брашна која током прераде утичу на крајњу вриједност финалног производа). Технолошки квалитет пшеничног брашна се посматра у складу са његовом намјеном. Могуће је да је одређени тип брашна лошег квалитета и неупотребљив за производњу неке врсте производа, док је тај исти тип брашна доброг квалитета и сасвим употребљив у производњи друге врсте производа. Узимајући у обзир те чињенице, у теорији и пракси млинарске индустрије дошло се до појма намјенске погодности пшеничног брашна, те разликујемо брашно за хљеб, брашно за тјестенине, брашно за бисквите, вафле, кексе и друге производе.

У складу са истраживањима Жежеља (2005), од пшеничног брашна које се користи у пекарству треба да се произведе пекарски производ велике запремине, развијене средине, пријатног укуса и мириса и других органолептичких показатеља, и да при том производ што дуже задржава свежину, а само тијесто као полуупоризвод буде повољних реолошких и адхезионих карактеристика, односно да

је погодно за обраду у свим фазама технолошког процеса. Дакле, пекарско брашно треба да буде одређеног хемијског састава и реолошких особина и да даје тијесто које ће се одликовати великом способношћу задржавања гасова, одговарајућом моћи развоја гасова у току ферментације, те добром стабилношћу и малим степеном омекшања (Ђаковић, 1969; Carson et al., 2009; Finnie et al., 2016).

Дугогодишња производња тјестенине показала је да се квалитетни тјестеничарски производи (одговарајући изглед, отпорност на лом осушеног производа и одрживост чврстоће током кухања) добијају мљевењем тврде пшенице *Triticum durum*, односно употребом крупице дурум пшенице (семолине) као основне сировине у тјестеничарској производњи. Дакле, у тјестеничарској индустрији требало би да се користи брашно од дурум пшеница високе стаклавости са високим садржајем протеина (око 18%), односно оптималним садржајем глутена око 28% (Шкрботов, 2016), са високом концентрацијом бојених материја и ниским садржајем липолитичких и амилолитичких ензима, као и гранулацијом честица од 200 до 350 μm (Gauthier et al., 2006). Међутим, многе земље нису у могућности да произведу дурум пшеницу, првенствено због климатских услова, па из тог разлога, али и због њене знатно више цијене су принуђене користити обичне високостаклаве пшенице, са стаклавошћу 50-70%, а у недостатку истих и са мањим процентом стаклавости (Бејаровић, 2001). Употребом крупице или брашна добијеног од *Triticum aestivum* пшенице, производи се тјестенина која је мекша и еластичнија, свјетложуте боје (Bustos et al., 2015).

У производњи кекса и производа сродних кексу, углавном се користи брашно меких пшеница, са брашненом структуром, низним садржајем протеина и високим процентом скроба (Гавриловић, 2003). Тијесто за вафел листове израђује се са брашном квалитетне подгрупе Б-2 и Ц-1, са слабом ензимском активношћу и веома фином гранулацијом – пудер брашно. Брашно треба да садржи између 8-10% протеина, слабих квалитетних карактеристика. У производњи бисквита и колача пожељна су брашна која дају тијеста са малим односом отпора растезања према растегљивости. То су, углавном, слабија брашна са растегљивим еластичним љепком, који се у фази печења неће кривити у већој мјери и давати деформисане производе (Ковачевић, 2001).

Намјенска погодност пшеничног брашна за производњу одређеног готовог производа представља степен усклађености и прилагођености његових технолошких својстава са захтјевима технолошког процеса производње и квалитета производа. У случају да пшенично брашно има неодговарајући технолошки квалитет, односно низак степен намјенске погодности, имати ће и негативан утицај у производном процесу, у смислу настајања непожељних појава и погонских проблема, а то се на kraju рефлектује на умањење степена искориштења сировина, ефекта производње и квалитета финалног производа.

Основни концепт млинарства, који се заснива на постепеном уситњавању и наизмјеничном уситњавању и просијавању млива, годинама није доживио промјену, а присутан је и у данашње вријеме. Мљевење жита је било изузетно тешко и првобитни млинови су били погоњени људима, коњима, водом или вјетром, до појаве парне машине, а потом гасних или електро мотора (Dvorak, 2009). Реализација технолошког процеса мљевења пшенице је условљена поставком одговарајућег дијаграма мљевења, те вођењем самих поступака на бази контроле квалитета пасажних брашна (Фиштеш, 2009). Истраживања су показала да пасажна брашна показују разлике у садржају и саставу протеина, садржају и својствима пентозана, садржају масти, те типу ензимске активности (Nelson et al., 1977; Ciacco et al., 1982; Prabhasankar et al., 1999; Rani et al., 2001). На сваком пролазишту, у оквиру процеса мљевења пшенице, добијају се различите количине полупроизвода и готових производа различитог квалитета. Одређивањем тих разлика и самог квалитета

пасажних брашна остварују се предуслови за производњу различитих врста типских и намјенских брашна. Ако се догоди да неко пасажно брашно показује лошији квалитет, посматрано са гледишта рецимо пекарства, могуће га је употребљавати у некој другој индустрији где му је квалитет задовољавајући, или оно се може искористити у мјешавини са другим пасажним брашнама дајући жељени квалитет.

Од стране савремене пекарске, тјестеничарске и кондиторске индустрије, као и од стране широког круга потрошача, постављени су захтјеви у погледу производње и квалитета намјенских врста брашна. Такође, треба имати на уму и чињеницу да се дио квалитетније и скупље пшенице, која се користи као побољшивач у припреми пшенице за мљевење, обезбеђује из увоза. Постављени експеримент предвиђен за реализација ове докторске дисертације је подразумијевао могућност производње брашна са што мањим удјелом увозне пшенице, уз очување квалитета брашна и испуњавање захтјева купаца. Концепт постављеног експеримента, поред технолошко-економског ефекта (са нагласком на економски ефекат јер је повољније снабдијевање властитом пшеницом), има и шири друштвени интерес у развоју примарне производње пшенице у региону Босне и Херцеговине и Републике Србије.

Прегледом литературе уочава се да постоје публиковани радови из овог подручја, али је то врло специфична област, због различитости захтјева купаца брашна, због чувања пословне тајне, због мљевења различитих сорти пшеница које су доступне у одређеним регијама, а чији се квалитет и структурно-механичка својства значајно разликују, тако да се резултати многих истраживања не могу непосредно користити у нашој пракси.

У оквиру предметне докторске дисертације постављени су следећи циљеви:

- Карактеризација сировина намјењених за производњу различитих врста типских и намјенских брашна.
- Истраживање ефекта кориштења пшеница из примарне производње са подручја које гравитира предметном млину у оптималном односу са увозном пшеницом као побољшивачем квалитета брашна.
- Креирање одговарајућег дијаграма мљевења и применом помно одабраних технолошких поступака, производња три типске врсте брашна за израду пекарских производа, двије намјенске врсте брашна за израду тјестеничарских производа, те двије намјенске врсте брашна за израду одабраних производа сродних кексима (намјенско брашно за производњу вафел листова и намјенско брашно за производњу штрудлица), која би проширила палету функционалних производа.
- Утврђивање технолошких параметара квалитета типских и намјенских брашна за пекарску, тјестеничарску и кондиторску индустрију, као и степен задовољења специфичних захтјева потрошача.
- Сагледавање утицаја произведених типских и намјенских врста брашна на квалитетни профил финалиних производа: хљеба, тјестенине – макарона, вафел производа и штрудлица са воћним пуњењем.

Како би се у току израде ове докторске дисертације испитала могућност да се у предузећу „Житопродукт 2012” д.о.о. Бања Лука, уз постојеће специфичне услове, опрему и одабрану полазну сировину, произведу типска и намјенска пшенична брашна која имају параметре квалитета усаглашене са идентификованим потребама купаца из одређених индустријских грана, односно за израду пекарских производа, тјестеничарских производа и одабраних производа сродних кексима, постављене су хипотезе:

X1: Правилном селекцијом полазне сировине, применом одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа пшеница и пасажних брашна различитих својстава, могу се произвести типска пшенична брашна са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним

за израду пекарских производа – хљеба.

X2: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа фракција млива одређених својстава, могу се произвести намјенска пшенична брашна са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним за израду тјестеничарских производа – макарона.

X3: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа фракција млива одређених својстава, може се произвести намјенско пшенично брашно са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним за израду одабраних производа сродних кексима – вафел производа.

X4: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа пасажних брашна различитих својстава, може се произвести намјенско пшенично брашно са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним за израду одабраних производа сродних кексима – штрудлица са воћним пуњењем.

Очекује се да ће резултати истраживања и анализа, које су спроведене са циљем доказивања тачности постављених хипотеза, поред научног имати и несумњив практични значај, односно директну примјену и допринос у развоју млинске технологије, посебно у области производње намјенских врста брашна и евентуално у проширењу асортимана истих на тржишту.

Од цјелокупно наведених литературних навода у овој докторској дисертацији (155 литературних навода), у слједећем попису су само извори који су кориштени у овом Извештају:

1. Бејаровић, Г. (2001). Технологија производње тестенина, Тиски цвет, Нови Сад
2. Bustos, M. C., Pérez, G. T., León, A. E. (2015). Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients. *RSC Advances*, 5, 30780–30792
3. Gauthier, J., Gélinas, P., Beauchemin, R. (2006). Effect of stone-milled semolina granulation on the quality of bran-rich pasta made from khorasan (Kamut®) and durum wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 596–599
4. Гавrilовић, М. (2003). Технологија кондиторских производа, Технолошки факултет, Нови Сад, Универзитет у Новом Саду
5. Dvorak, C. (2009). Wheat: From field to flour, Nebraska Wheat Board
6. Ђаковић, Љ. (1969). Пшенично брашно, Научна књига, Београд
7. Жежељ, М. (2005). Технологија жита и брашна – прерада брашна, НИП Глас јавности, Београд
8. Zhang, A. (2020). Effect of wheat flour with different quality in the process of making flour products, *Int. J. Metrol. Qual. Eng.* 11, 6
9. ICC Standard Method. No. 115/1, Method for using the Brabender Farinograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
10. ICC Standard Method. No. 114/1, Method for using the Brabender Extensograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
11. ICC Standard Method. No. 126/1, Method for using the Brabender Amylograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
12. ISO Standard 712:2009, Cereals and cereal products – Determination of moisture content – Reference method.
13. ISO Standard 2171:2007, Cereals, pulses and by-products – Determination of ash yield by incineration.
14. ISO Standard 7302:1982, Cereals and cereal products – Determination of total fat content.
15. ISO Standard 20483:2013, Cereals and pulses – Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – Kjeldahl method.

16. ISO Standard 5529:2007, Wheat – Determination of sedimentation index – Zeleny test.
17. ISO Standard 7971-3:2009, Cereals – Determination of bulk density, called „mass per hectolitre“ – Part 3: Routine method.
18. ISO Standard 520:2010, Cereals and pulses – Determination of the mass of 1000 grains.
19. ISO Standard 21415-2:2006, Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 2: Determination of wet gluten by mechanical means.
20. ISO Standard 21415-4:2006, Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 4: Determination of dry gluten from wet gluten by a rapid drying method.
21. ISO Standard 8586-1:1993, Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors.
22. ISO Standard 8589:2007, Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms.
23. ISO Standard 6658:2005. Sensory analysis – Methodology – General guidance.
24. ISO Standard 13299:2003. Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile.
25. ISO Standard 11035:1994. Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.
26. Калуђерски, Г., Филиповић Н. (1998). Методе испитивања квалитета жита, брашна и готових производа, Технолошки факултет, Нови Сад
27. Ковачевић, М. (2001). Пекарство и посластичарство, Прогрес, Нови Сад
28. Nelson, P. N., and McDonald, C. E. (1977). Properties of wheat flour protein in flour from selected mill streams. *Cereal Chem.* 54:1182-1191
29. Prabhasankar, P., Haridas Rao, P. (1999). Lipids in wheat flour streams, *Journal of Cereal Science*, 30, 315-322
30. Rani, K.U., Prasada Rao, U.J.S., Leelavathi, K., Haridas Rao, P. (2001). Distribution of enzymes in wheat flour mill streams, *Journal of Cereal Science*, 34, 233-242
31. Rosell, C.M. (2011). Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. The Science of Dough's and Bread Quality, Elsevier Inc.
32. Finnie, S., Atwell, W.A. (2016). Wheat Flour Handbook. Series 2nd edition, AACC International, Inc.
33. Фиштеш, А. (2009). Прилог проучавању могућности рационализације технолошког поступка млевења пшенице применом осмоваљне столице, докторска дисертација, Нови Сад
34. Carson, R. G., Edwards, M. N. (2009). Criteria of wheat and flour quality. Wheat: chemistry and technology. AACC International, Fourth edition p: 97-108. ISBN: 978-1-891127-55-7
35. Ciacco, C.F., D'Appolonia, B.L. (1982). Characterization and gelling capacity of water-soluble pentosans isolated from different mill streams, *Cereal Chemistry*, 59,163-166
36. Шкрботов, Д. (2016). Сензорски, нутритивни и функционални профил интегралне тестенине са додатком хељдиног брашна, докторска дисертација, Нови Сад
- 1) Укратко истаћи разлог због којих су истраживања предузета и представити проблем, предмет, циљеве и хипотезе;
- 2) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан (водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету);
- 3) Навести допринос тезе у рјешавању изучаваног предмета истраживања;
- 4) Навести очекиване научне и прагматичне доприносе дисертације.

V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

У поглављима Материјал кориштен за реализација експеримента и Методе рада, кандидаткиња даје детаљан опис кориштених материјала и примењених метода рада. Као полазни материјал за потребе постављеног експеримента докторске дисертације, кандидаткиња је користила **три врсте пшенице** доступне на тржишту, пшеницу са локалитета Adony (Мађарска), пшеницу са локалитета Војводине (Република Србија) и пшеницу са локалитета Лијевче поље (Република Српска). Пшеница са локалитета Adony и пшеница са локалитета Војводина су се даље мијешале у односима 20:80, 30:70 и 40:60. Од претходно поменуте три мјешавине пшеница, у млину предузећа „Житопродукт 2012“ д.о.о. су се произвеље три врсте брашна тип 500 са намјеном за пекарску индустрију. Мјешавина пшеница у односу 40:60 се користила за производњу брашна намирењеног за тјестеничарску индустрију. Пшеница са локалитета Лијевча поља се користила за производњу брашна за индустрију кекса и производа сродних кексима. Дакле, након проведених анализа полазних узорака пшенице и припремљених мјешавина пшеница, приступило се технолошком процесу мљевења у претходно наведеном индустријском млину. Потом су анализирана **пасажна брашна** добијена у оквиру постављеног дијаграма мљевења (56 узорака), те произведена **типска и намјенска брашна** (7 узорака). На крају, да би се у потпуности оцијенио квалитет произведеног брашна и да би се утврдило да ли задовољава захтјеве купаца, предметна брашна су кориштена у производњи **хљеба** („Житопека“ д.о.о. Бања Лука), **тјестенина – макарона** („Италијана“ д.о.о Бања Лука), **вафел производа** („Мира“ а.д. Предузеће за производњу кекса и сродних производа Приједор) и **штрудлица са воћним пуњењем** („Даж Александрија нова“ д.о.о. Зворник). Финални производи одабраних индустријских грана пекарства, тјестеничарства и кондиторства су потом били предмет испитивања и оцењивања квалитета, са циљем сагледавања утицаја произведених типских и намјенских брашна на њихов квалитетни профил.

Лабораторијска испитивања реализована су у лабораторијама Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци (Лабораторија за анализу намирница, Лабораторија за инструменталне анализе, Лабораторија за сензорну анализу намирница), Технолошког факултета у Зворнику – Универзитет Источно Сарајево. Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу и предузећа „Житопродукт 2012“ д.о.о. Бања Лука.

У склопу испитивања квалитета пшенице, кандидаткиња је одређивање запреминске масе пшенице вршила према методи ISO 7971-3:2009, одређивање апсолутне масе према методи ISO 520:2010, одређивање седиментационе вриједности (Zeleny тест) према методи ISO 5529:2007, одређивање стаклавости пшенице према методи Калуђерски и Филиповић (1998), док је анализу аминокиселинског садржаја радила екстракцијом користећи 80% етанол и седиментацијом растворених протеина хлороформом (идентификацију је радила користећи хроматографски метод, док спектрофотометријски метод је користила да се утврди концентрација идентификованих аминокиселина) (Грујић-Ињац, 1962; Трајковић и сар., 1983).

У склопу експерименталних испитивања, осим полазних узорака пшенице, кориштени су и узорци пасажних и збирних врста брашна узети са различитих пролазишта у оквиру фаза крупљења, растварања окрајака и гриза, те мљевења гриза и осјевака, у складу са постављеним дијаграмом мљевења, постојећим искуством у индустријској пракси и захтјевима у погледу квалитета готовог производа од стране крајњег корисника. Као пасажна брашна од највећег значаја, узети су узорци пасажних брашна са I и II крупача (IP и PR), другог сортирају сита (2S), прво и друго

брашно са 1., 2., 3. и 4. пролазишта растварања гриза (1R-4R), прво и друго брашно са 1. и 2. пролазишта мљевења гриза и осјевака (1M-2M).

Од финалних производа узети су узорци пшеничног брашна Т-500 (брашно за пекарску индустрију), крупично и оштро брашно намирењено за тјестеничарску индустрију, те брашна намирењена за индустрију кекса и производа сродних кексима (пудер брашно намирењено за производњу вафел листова и намјенско брашно за производњу штрудлиса са воћним пуњењем). Типско брашно за пекарску индустрију је заправо комбинација следећих одабраних пасажних брашна: брашно са I, II и III крупача, брашно са 1., 2., 3. и 4. пролазишта растварања гриза, брашно са 1. и 2. сортиер сита, брашно са 1., 2., 3., 4. и 5. пролазишта измељавања. Када је ријеч о намјенском брашну за штрудлице, карактерише га процес производње и комбинација пасажних брашна који су исти као и за пшенично брашно Т-500, само се користила искључиво пшеница са локалитета Лијевча поља, уз евентуалне разлике у смислу промјене неких технолошких параметара уситњавања. С друге стране, пудер брашно намирењено за производњу вафел листова се добило након чишћења и разврставања доспјелог материјала (гриза и осјевака) на 5. и 6. чистилицу гриза, чији пропад се одвео на млински ваљак 4R. У циљу производње пшеничног брашна мањих величине честица приступило се „нижем вођењу“ млинских ваљака тј. смањењу размака између пара ваљака 4R. За потребе издаваја пудер брашна у матичном ситу као пресвлаке за просијавање на оквирима сита кориштено је синтетичко влакно нумеричке ознаке No.11. Оштро брашно намирењено за тјестеничарску индустрију се добило на следећи начин: крупни и средњи гриз као издвојене фракције у одјељењима планског сита са I и II крупача се издаваја и шаље на 1., 2., 3. i 4. чистилицу гриза, након тога се пропад са поједињих сејних оквира одводи на млинске ваљке 1R и 2R, послије чега одлази на одјељења сита поменутих ваљака – растварача, где се након разврставања и одсијавања материјала на првом дијелу слога рама/оквира, оштро брашно издаваја на другом дијелу слога рама где се као пресвлака за просијавање користило синтетичко влакно нумеричке ознаке No.7. Крупично брашно намирењено за тјестеничарску индустрију се произвело на следећи начин: послије издавања крупног и средњег гриза на одјељењима планског сита I и II крупача, материјал се упућује на 5. и 6. чистилицу гриза, те пропада кроз гриз газу нумеричке ознаке No. 42 без остатка, док кроз гриз газу No. 50 не пропада више од 10%.

У оквиру одређивања квалитета брашна, кандидаткиња је вршила одређивање киселинског степена и величине честица према методи Калуђерски и Филиповић (1998). Заједничке методе које су кориштене за испитивања квалитета пшенице и брашна су: одређивање садржаја влаге према методи ISO 712:2009, одређивање садржаја пепела према методи ISO 2171:2007, одређивање садржаја протеина према методи ISO 20483:2013, одређивање садржаја масти према методи ISO 7302:1982, одређивање садржаја скроба према методи Калуђерски и Филиповић (1998), одређивање фарингографских показатеља квалитета према методи Калуђерски и Филиповић (1998) и ICC Standard No115, одређивање екстензографских показатеља квалитета према ICC Standard No 114, одређивање амилографских показатеља квалитета према ICC Standard 126, одређивање глутена и глутен индекса према методи ISO 21415-2 и 21415-4:2006, те користећи Glutomatic system Perten Instruments.

Након пробног печенja хљеба у индустријским условима, кандидаткиња је испитала основни хемијски састав готовог производа, односно одредила садржај влаге, протеина, пепела, NaCl-a, масти и скроба стандардним методама прописаним Правилником о методама узимања узорака и методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тјестенина и брзо сmrзнутих тијеста (Сл. Лист СФРЈ, број 74/88). У оквиру инструменталних

анализа хљеба, одређена је текстура средине хљеба помоћу Texture Analyzer TA-XTplus (Stable Microsystems, Surrey, UK) и Texture Expert software-a, као и боја коре и средине хљеба употребом колориметра Konica Minolta CM260d и у складу са CIELab системом боја. Кандидаткиња је такође у оквиру дескриптивне методе сензорне анализе квалитета хљеба користила методу бодовања.

Након пробне производње тјестенине – макарона у индустријским условима, кандидаткиња је одредила основни хемијски састав некуване тјестенине према горе поменутом Правилнику (садржај воде, протеина, скроба, масти, целулозе, соли, пепела, шећера и киселински степен). Макароне је потом кувала у складу са упутством Калуђерски и Филиповић (1998), а онда одредила оптимално вријеме кувања, повећање запремине макарона приликом кувања, те проценат раскувавања. Инструменталне анализе су подразумијевале одређивање текстурних својстава примјеном Texture Analyzer TA-XTplus (Stable Microsystems, Surrey, UK) и Texture Expert software-a, те одређивање боје некуване и куване тјестенине употребом колориметра Konica Minolta CM260d и у складу са CIELab системом боја. На крају је, дескриптивном методом бодовања, сензорно оцењен квалитет узорака некуване и куване тјестенине.

Код испитивања и оцјене квалитета вафел производа, након пробног печења вафел листова и израде вафел производа у индустријским условима, кориштене су хемијске методе анализе (садржај влаге, протеина, пепела, NaCl-a, масти и шећера стандардним методама прописаним горе поменутим Правилником) и дескриптивна метода сензорне анализе (метода бодовања).

За испитивања и оцјену квалитета штрудлица са воћним пуњењем, након пробног печења у индустријским условима, кориштене су хемијске методе анализе (садржај влаге, протеина, пепела, NaCl-a, масти, скроба, шећера и целулозе стандардним методама прописаним горе поменутим Правилником) и дескриптивна метода сензорне анализе (метода бодовања).

С обзиром на презентоване методе истраживања и начин спровођења експеримента, може се констатовати да су методе примјењене у овој докторској дисертацији савремене и поуздане, а анализирани параметри дају доволно елемената за доношење закључака.

Приликом провођења истраживања кориштене су све методе представљене у плану истраживања у пријави докторске дисертације, као и додатне методе са циљем свеобухватнијег истраживања квалитета финалних пекарских, тјестеничарских и производа сродних кексима.

Статистичка обрада добијених података је адекватно урађена примјеном рачунарског програма IBM SPSS Statistics 26.0 (Armonk, NY, USA). Значајност разлика између аритметичких средина је одређена анализом варијансе са једном независно промјењивом (One Way ANOVA) и вишеструког теста интервала Tukey post-hoc test, te LSD post hoc test и изражена са 95% вјероватноће ($p < 0,05$). Са циљем утврђивања постојања корелационе везе између одређених параметара квалитета урађена је корелациона анализа.

- 1) Објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;
- 2) Дати кратак увид у примјењени метод истраживања при чemu је важно оцијенити следеће:
 1. Да ли су примјењене методе истраживања адекватне, доволно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
 2. Да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
 3. Да ли испитивани параметри дају доволно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
 4. Да ли је статистичка обрада података адекватна.

VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Резултати и дискусија у овој докторској дисертацији су приказани кроз 4 потпоглавља која одговарају утврђеном редослиједу плана истраживања и то: резултати испитивања квалитета пшенице и дискусија, резултати испитивања квалитета пасажних брашна и дискусија, резултати испитивања квалитета типских и намјенских врста брашна и дискусија, резултати испитивања квалитета готових производа и дискусија. У сваком од потпоглавља резултати добијени током истраживања су представљени табеларно, те дискутовани и упоређивани са актуелним литературним наводима, односно са резултатима других аутора.

За реализацију постављеног експеримента и испитивање постављених хипотеза, била је потребна обрада важнијих дијелова млинарске, пекарске, тјестеничарске и кондиторске производње и технолошких својстава пшеничног брашна.

Резултати физичко-хемијских показатеља квалитета пшеница које учествују у припремању мљевне смјеше у односима 20:80, 30:70 и 40:60, али и резултати квалитетних показатеља мјешавина, су показали да је мијешањем пшеница постигнут задовољавајући и рационалан квалитет. Дакле, физички и хемијски показатељи квалитета испитиваних узорака пшенице са локалитета Adony и локалитета Војводина указују на разлике у својствима, што оправдава њихово мијешање у датим односима (узорак Adony као побољшивач, узорак Војводина као пшеница нижег квалитета). Узорак пшенице са локалитета Лијевче поље, са аспекта физичких и хемијских параметара, је најнижег квалитета, али као такав је идеalan за производњу брашна намјењеног за индустрију кекса и производа сродним кексима.

Анализом проведених физичко-хемијских и реолошких испитивања пасажних брашна, добијених на основу постављеног дијаграма мљевења и примјеном одабраних технолошких поступака, уочена је одређена разлика у њиховим квалитативним показатељима. Може се констатовати да те разлике потичу од различитог хемијског састава анатомских дијелова пшеничног зrna као и начина вођења технолошких поступака. Горе поменута анализа посматраних показатеља квалитета пасажних брашна указује на значајну могућност формирања намјенских врста брашна.

Експериментална типска брашна намијењена за пекарску индустрију, произведена из мјешавина пшеница са локалитета Adony и Војводина у омјерима 20:80, 30:70 и 40:60, према литературним подацима, гранулометријски и са спектра хемијског састава су погодна за производњу хљеба и пекарских производа. Према фаринографским и екстензографским показатељима, уз мања одступања, сва три анализирана узорка су у оквиру граница прихватљивих за пекарску индустрију, а битно је и да задовољавају постављене захтјеве купаца из пекарске индустрије. Анализирани узорци финалног производа хљеба (три узорка хљеба произведена од три експериментална брашна намијењена за пекарство) имају релативно висок ниво квалитета, и према томе брашно и рецептура кориштена у производњи ових узорака могу се користити у прехранбеној индустрији за производњу пшеничног бијelog хљеба и за даља моделовања параметара квалитета производа или технолошког процеса. Посебно је значајно да од мјешавине пшеница 20:80, са најмањим удјелом побољшивача, могуће је произвести брашно и посљедично хљеб релативно високог квалитета.

Експериментална брашна намијењена за тјестеничарску индустрију гранулометријски не испуњавају услове квалитета (што је и очекивано и прихватљиво с обзиром да је ријеч о намјенским брашнима која су генерално посматрано ситније гранулације у односу на крупуцу која се углавном употребљава у производњи тјестенина), док су са аспекта хемијског састава у складу са

критеријумима важећег Правилника и постојеће литературе. Постављени критеријуми квалитета брашна са аспекта садржаја глутена, односно анализираних реолошких параметара дјелимично су задовољени, али комплетна реолошка оцјена није реална нити нам даје праву слику квалитета брашна за потребе у производњи тјестенине. Што се тиче услова које постављају купци из тјестеничарске индустрије за пшеничну крупу, произведена брашна већим дијелом испуњавају постављене захтјеве, те се може закључити и посебно је важно да посједују задовољавајући технолошки квалитет, што потврђује и висока сензорна оцјена квалитета произведене тјестенине након кухања. Сви анализирани узорци тјестенине – макарона (два експериментална узорка Е1 и Е2, један контролни узорак К) имају задовољавајуће особине кувања и са тог аспекта посматрано прихватљивог су квалитета. Средње оцјене за укупни квалитет некуване тјестенине указују на одличан сензорни квалитет, док средње оцјене за укупни квалитет куваних узорака тјестенине групишу узорак Е1 у категорију тјестенина врло доброг квалитета, а преостала два узорка Е2 и К у категорију тјестенина одличног квалитета. Код експерименталних узорака тјестенине (макарона) утврђена је повећана тврдоћа као и повећана количина лома, у односу на контролни узорак. С обзиром на врло добар или одличан сензорни квалитет произведених макарона, препоручује се додатно експериментисање у правцу оптимизирања технолошког процеса производње са циљем смањења тврдоће макарона и количине лома.

Експериментални узорци брашна намењени за индустрију кекса и производа сродних кексима, према литературним подацима, испуњавају захтјеве квалитета (према гранулометријском и хемијском саставу), односно за нијансу су квалитетнији и „јачи” од оптималног брашна за посматрану намјену (према одређеним фаринографским и екстензографским параметрима квалитета). Резултати проведених анализа показују да постављени захтјеви квалитета брашна као сировине од стране индустријских прерадивача су највећим дијелом задовољени. Из резултата проведених истраживања произведених одабраних производа сродних кексима (вафел производа са пуњењем од љешника и штрудлица са воћним пуњењем од вишње), произилази да је коришћено намјенско брашно задовољавајућег квалитета и да је погодно за производњу тијеста наведених производа сродних кексима. Средње оцјене за укупни сензорни квалитет анализираних експерименталних и контролних узорака вафел производа и штрудлица указују на сличан квалитет и на висок ниво квалитета испитиваних узорака.

Узвиши у обзир резултате свих испитиваних параметара, уз примјењене одabrane технолошке поступке у оквиру технолошког процеса мљевења и постављеног дијаграма мљевења, може се констатовати да произведена типска брашна за пекарску индустрију и намјенска брашна за кондиторску индустрију посједују задовољавајући технолошки квалитет и висок степен намјенске погодности. То је значајна констатација за експерименталне врсте типских брашна намењених за пекарску индустрију, са мањим удјелом побољшивача као скupље увозне пшенице, јер се тиме остварује значајан технолошко-економски ефекат. С друге стране, постоји и могућност проширења асортимана финалних производа млина експерименталним намјенским брашнима за кондиторску индустрију, али зависно од прихватљивости тржишних услова.

Употреба крупица високостаклавих обичних пшеница или одговарајуће врсте намјенских брашна у производњи тјестенине је на нашим просторима економичнија варијанта, с обзиром на вишу цијену коштања семолине као оптималне сировине. Експериментална брашна намењена за тјестеничарску индустрију посједују задовољавајући технолошки квалитет и степен намјенске погодности, те са економског аспекта, и ако узмемо у обзир висок ниво сензорно оцијењеног квалитета произведених финалних производа, имала би веома добар пласман на тржишту, али

се ту као даљи правац истраживања намеће потреба за превазилажењем проблема тврдоће и веће количине лома. Дакле, истраживања је потребно усмјерити ка оптимизацији и прилагођавању технолошког поступка производње макарона овој врсти сировине, односно намјенском брашну за производњу тјестенина.

Током читавог представљања и анализе резултата, кандидаткиња је своје резултате правилно, јасно и разумљиво коментарисала и критички им приступала, константно их упоређујући са резултатима других аутора из ове области истраживања.

Сагледавши све резултате истраживања може се констатовати да је кандидаткиња својим експерименталним радом дошла до поузданих података, које је обрадила научним методама, те на основу њих **потврдила** тачност хипотеза (X₁, X₂, X₃ и X₄), постављених приликом планирања својих истраживања.

Резултати ових истраживања имају додатну вриједност због могућности за директну примјену у индустриским условима пословања, планирању рада млина, за моделовање параметара квалитета полу производа и готових производа или технолошког процеса мљевења пшенице, са циљем проширења постојећег асортимана финалних производа, уз извесне уштеде. Потребно је нагласити да приказани резултати истраживања представљају и важан практични допринос проширењу научних сазнања из ове области, који даје смјернице за будућа истраживања у области производње пшеничног брашна, квалитета прилагођеног потребама тржишта, као надоградњу постојећих и приказаних сазнања.

- 1) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- 2) Оцијенити да ли су добијени резултати јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испољавао довољно критичности;
- 3) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

На основу анализе укупног садржаја докторске дисертације, Комисија сматра да је дисертација урађена према правилима и принципима научно-истраживачког рада и резултат је оригиналног научног рада кандидаткиње. Резултати добијени у току истраживања показују могућност производње типских и намјенских врста брашна задовољајућег квалитета, уз оптималну селекцију полазне сировине и адекватан одабир технолошких поступака. Истраживања су такође показала, да је могућа одређена уштеда у погледу полазних сировина, када је ријеч о типском брашну намијењеном за пекарску индустрију; да је могуће бити више орјентисан на домаћу производњу пшенице као сировину за производњу намјенског брашна за кондиторску индустрију; те да постоји могућност производње намјенских врста брашна за тјестеничарску индустрију, која су много економичнија варијанта у односу на семолину или крупице високостаклавих пшеница, али уз потребу за даља истраживања у том сегменту у циљу унапређења квалитета финалног производа. Идентификован релативно висок квалитет произведених врста брашна за потребе пекарске и индустрије кекса и производа сродних кексима отвара перспективе за будућа истраживања у смислу њихове употребе у производњи других врста производа.

На основу свеукупног сагледавања предметних истраживања, која представљају оригиналан научни рад, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под називом „Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна” и са задовољством предлаже

Научно-наставном вијећу Технолошког факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвати позитивну оцјену докторске дисертације кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић и одобри јој јавну одбрану.

- 1) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје дати позитивну вриједност само тези;
- 2) На основу укупне оцјене дисертације комисија предлаже:
 - да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана,
 - да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни или измијени) или
 - да се докторска дисертација одбија.

Мјесто: Бања Лука - Бихаћ

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Датум: 23.03.2022. године

1. Др Горан Вучић,
ванредни професор Технолошког
факултета Универзитета у Бањој Луци, ужа
научна област: Управљање и контрола
квалитета хране и пића, предсједник

2. Др Ладислав Василишин,
ванредни професор Технолошког
факултета Универзитета у Бањој Луци, ужа
научна област: Прехранбене технологије
намирница бильног поријекла, ментор

3. Др Славица Грујић,
редовни професор Технолошког факултета
Универзитета у Бањој Луци, ужа научна
област: Управљање и контрола квалитета
хране и пића, члан

4. Др Сузана Јахић,
ванредни професор Биотехничког
факултета Универзитета у Бихаћу, ужа
научна област: Храна и пиће, члан

ИЗДВОЛЕНО МИШЉЕЊЕ: Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај објашњење, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.

Прилог 3.

Изјава 1

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем
да је докторска дисертација

Наслов рада "Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна"

Наслов рада на енглеском језику "Effect of the technological procedures in wheat milling process on the properties and quality of type and purpose flours"

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да докторска дисертација, у целини или у дијеловима, није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанта

У Бањој Луци, дана 18.04.'22. године

Надира Јасмин Ребровић

Изјава 2

Изјава којом се овлашћује Универзитет у Бањој Луци
да докторску дисертацију учини јавно доступном

Овлашћујем Универзитет у Бањој Луци да моју докторску дисертацију под насловом
"Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и квалитет типских и
намјенских брашна"
која је моје ауторско дјело, учини јавно доступном.

Докторску дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату
погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у дигитални репозиторијум Универзитета у
Бањој Луци могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце
Креативне заједнице (*Creative Commons*) за коју сам се одлучио/ла.

- Ауторство
- Ауторство – некомерцијално
- Ауторство – некомерцијално – без прераде
- Ауторство – некомерцијално – дијелити под истим условима
- Ауторство – без прераде
- Ауторство – дијелити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци
дат је на полеђини листа).

У Бањој Луци, дана 18.04.22. године

Потпис докторанта

Наталија Јасмина Ђорђевић

ТИПОВИ ЛИЦЕНЦИИ КРЕАТИВНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ

Ауторство (CC BY)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

Ауторство - некомерцијално (CC BY-NC)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дјела.

Ауторство - некомерцијално - без прерада (CC BY-NC-ND)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, без промјена, преобликовања или употребе дјела у свом дијелу, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дјела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дјела.

Ауторство - некомерцијално - дијелити под истим условима (CC BY-NC-SA)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дијела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дјела и прерада

Ауторство - без прерада (CC BY-ND)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, без промјена, преобликовања или употребе дјела у свом дјелу, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дјела.

Ауторство - дијелити под истим условима (CC BY-SA)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дјела и прерада. Слична је софтверским лиценцима, односно лиценцима отвореног кода.

Напомена: Овај текст није саставни дио изјаве аутора.

Више информација на линку: <http://creativecommons.org.rs/>

Изјава 3

Изјава о идентичности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора Наташа Лакић-Каралић

Наслов рада „Утицај технолошких поступака мљевења пшенице на својства и
квалитет типских и намјенских брашна“

Ментор Др Ладислав Василишин, ванредни професор

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације идентична електронској
верзији коју сам предао/ла за дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци.

У Бањој Луци, дана 18.04.2013. године

Потпис докторанта

Наташа Лакић-Каралић