

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Mr Nenad A. Đurić

**FENOTIPSKU PROMENE I ODRŽANJE
GENETIČKOG IDENTITETA PRI
SORTNOJ REPRODUKCIJI PŠENICE**

Doktorska disertacija

Beograd, 2013.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Nenad A. Djurić

**PHENOTYPIC CHANGES AND
MAINTAINING OF GENETIC IDENTITY
DURING VARIETAL REPRODUCTION
IN WHEAT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013.

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije:

Mentor:

Dr Slaven Prodanović, redovni profesor,
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

Članovi komisije:

Dr Radovan Sabovljević, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

Dr Nikola Hristov, viši naučni saradnik,
Institut za ratarstvo i povrtarstvo – Novi Sad

Dr Jasna Savić, docent,
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

Dr Snežana Janković, viši naučni saradnik,
Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd

Datum odbrane: _____

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se za svu pomoć i sugestije pri izradi ove disertacije mentoru prof. dr Slavenu Prodanoviću i članovima komisije prof. dr Radovanu Sabovljeviću, dr Nikoli Hristovu, docentu dr Jasni Savić i dr Snežani Janković.

Veliku zahvalnost dugujem i dr Borivoju Jovanoviću, profesoru u penziji na upornosti da napišem ovu disertaciju i time zaokružim krunu svog akademskog napredovanja.

Zahvaljujem se Institutu PKB Agroekonomik, koji mi je omogućio izradu ove disertacije i svojim kolegama i saradnicima na punoj podršci pri radu, dr Divni Simić, Nadi Erić, Vesni Trkulji, Marku Markoviću, Zoranu Veljanovskom i Ljubinki Ivanović.

Zahvalnost dugujem i docentu dr Željku Dolijanoviću, na pomoći pri statističkoj obradi podataka.

Najveću zahvalnost dugujem mojim roditeljima i porodici, supruzi i ćerki koji su mi davali podstrek da ovu disertaciju završim.

Završnu obradu ove disertacije pomogao je HERD project 332160 UÅ: „Research, education and knowledge transfer promoting entrepreneurship in sustainable use of pastureland / grazing“.

Ova doktorska disertacija predstavlja deo rezultata projekta TR – 31066 (od 2011. do 2014.) pod nazivom „Savremeno oplemenjivanje strnih žita za sadašnje i buduće potrebe“, koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

FENOTIPSKE PROMENE I ODRŽANJE GENETIČKOG IDENTITETA PRI SORTNOJ REPRODUKCIJI PŠENICE

REZIME

U radu su ispitivani genetički odgovori i fenotipske promene kod tri domaće divergentne sorte pšenice: PKB Talas, BG Merkur i PKB Lepoklasa, tokom procesa sortne reprodukcije. Ispitivanja su obavljena u dve proizvodne godine, 2008/2009 i 2009/2010, u poljskim ogledima na eksperimentalnim poljima Instituta PKB Agroekonomik. Ispitivana su po tri različita tretmana (varijante) za svaku od ovih sorti u pogledu primene selekcije i gustine useva, koji odgovaraju zahtevima za proizvodnju tri različite kategorije semena: elita, original i prva sortna reprodukcija. Biljke u svakom od različitih proizvodnih uslova su praćene uz merenje njihovih fenotipskih karakteristika. Po obavljenoj žetvi ispitivan je kvalitet njihovog semena, tehnološke osobine i ocenjivana njihova sortna identičnost primenom laboratorijskih metoda i tehnika. Dobijeni podaci obrađeni su biometrijski i prikazani kroz odgovarajuće tabele, grafikone i slike. Ukupno u analizu je uključeno 5400 podataka (100 biljaka x 3 ponavljanja x 3 varijante ogleda x 3 sorte x 2 godine) za svaku ispitivanu morfološku osobinu biljaka (broj izdanaka, broj klasića u klasu, broj zrna u klasu, apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu). Izračunate su srednje vrednosti (M) i varijabilnosti (varijanse i koeficijenti variranja) za sve ispitivane osobine pšenice, kao i značajnosti njihovih razlika primenom LSD - testa. Na osnovu prosečnih vrednosti ispitivanih sorti pšenice u obe ispitivane godine sorta PKB Talas imala je najveće vrednosti sledećih ispitivanih osobina: broj izdanaka (3,26) i broj klasića u klasu (21,66), dok je sorta PKB Lepoklasa imala najveće prosečne vrednosti za ostale ispitivane osobine: broj zrna u klasu (69,98), apsolutna masa zrna (45,22 g) i masa zrna u klasu (3,17 g). Sličnosti i razlike između fenotipskih osobina sorti, po varijantama i godinama, određene su primenom hijerarhijske klaster analize, koja je pokazala da su sorte PKB Talas i BG Merkur relativno sličnijih osobina, nego sorta PKB Lepoklasa koja se izdvojila po svojim osobinama. Uticaj sorte pri grupisanju (klasterovanju) bio je jači nego uticaj semenske kategorije. Kategorije semena original i prva sortna reprodukcija (I SR) daju sličnije fenotipove međusobno u odnosu na kategoriju semena elita. Najjače

korelacione zavisnosti utvrđene su između osobina broj izdanaka i broj zrna u klasu ($r = 0,96$), kao i između osobina broj izdanaka i masa zrna u klasu ($r = 0,93$) kod sorte PKB Lepoklasa. Interakcija genotipa i spoljne sredine ($G \times E$) ocenjena je primenom ANOVA i AMMI analize. Na osnovu AMMI analize za osobinu broj izdanaka najveću stabilnost imala je sorta PKB Talas i kategorija semena elita u 2009. godini. Fenotipski i genotipski koeficijenti varijabilnosti izračunati su i stavljeni u odnos radi dobijanja stepena naslednosti osobina (heritabilnost). Utvrđena je visoka heritabilnost za osobine: apsolutna masa zrna (89,16 %) i masa zrna u klasu (62,84 %). Sortna identičnost ocenjena je primenom elektroforeze proteina, odnosno vertikalne elektroforeze glijadina koja je pokazala genetičku čistoću od preko 99 %. Utvrđeno je da se na poljima Instituta PKB Agroekonomik uspešno održava genetički identitet sorti pšenice PKB Talas, BG Merkur i PKB Lepoklasa.

Ključne reči: sorte, pšenica, osobine, kategorije semena, genetički identitet, $G \times E$, heritabilnost, grupisanje, elektroforeza.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Genetika i oplemenjivanje biljaka

UDK: 633.11:631.527:631.53.02 (043.3)

PHENOTYPIC CHANGES AND MAINTAINING OF GENETIC IDENTITY DURING VARIETAL REPRODUCTION IN WHEAT

ABSTRACT

Genetic responses and phenotypic changes in three divergent domestic wheat cultivars during the process of varietal reproduction were examined in this paper: PKB Talas, BG Merkur and PKB Lepoklasa. Tests were conducted in two production years 2008/2009. and 2009/2010., in field trials in the experimental fields of the Institute PKB Agroekonomik. Three different treatments (variants) were tested for each of these varieties in terms of selection and plant density, corresponding to the requirements for the production of three different categories of seeds: the elite, the original and first certified reproduction. Plants in each of the different production conditions were monitored by measuring their phenotypic characteristics. Upon completion of the harvest quality of their seeds, technological properties and evaluated their varietal identity were tested using laboratory methods and techniques. The obtained data were biometrically processed and displayed through the appropriate tables, graphs, and images. 5400 data (100 plants x 3 replications x 3 testing variants x 3 cultivars x 2 years) were included in analysis for each morphological characteristics of plants (number of secondary tillers, number of spikelets per spike, number of grains per spike, weight per 1000 seeds and weight of grain in the ear). Mean (M) and variability (variance and coefficients of variation) were calculated for all characteristics of wheat, and the significance of their differences using LSD test. Talas cultivar had the highest values based on the average values of tested cultivars in both years of the following characteristics: number of secondary tillers (3,26) and number of spikelet per spike (21,66), while variety PKB Lepoklasa had the highest average values for other characteristics: number of grains per spike (69,98), weight per 1000 seeds (45,22 g) and weight of grain per spike (3,17 g). Similarities and differences between the phenotypic characteristics of cultivars, the variants and years are calculated using the hierarchical cluster analysis, which showed that the cultivars PKB Talas and BG Merkur have relatively similar characteristics, related to PKB Lepoklasa cultivar that split it's

characteristics. The effect of the grouping (clustering) was stronger for cultivar than of the seed categories. Categories of seed original and first certified original reproduction (I SR) provide phenotypes more similar to each other in relation to the category of elite seeds. The strongest correlations were found between the characteristics of secondary tillers number and number of grains per ear ($r = 0,96$) and between the characteristics of secondary shoots and grain weight in the spike ($r = 0,93$) for PKB Lepoklasa cultivar. The interaction of genotype and environment (G x E) was evaluated using ANOVA and AMMI analysis. The AMMI analysis of the characteristic for number of secondary tillers PKB Talas cultivar had the highest stability and elite seed category in 2009 th year. Phenotypic and genotypic coefficients of variation were calculated and put into relation with the calculated degree of heritability of characteristics (heritability). A high heritability of characteristics: weight per 1000 grains (89,16 %) and weight of grains per spike (62,84 %). Cultivar identity is evaluated by the electrophoresis of proteins, gliadin and vertical electrophoresis showed that the genetic purity higher than 99 %. It was found that genetic identity of wheat wave, PKB Mercur and PKB Lepoklasa is successfully maintained on the fields of Institute PKB Agroekonomik.

Key words: cultivars, wheat, traits, seed categories, genetic identity, GxE, heritability, clustering, electrophoresis.

Scientific field: Biotechnical sciences

Scientific discipline: Genetics and plant breeding

UDC: 633.11:631.527:631.53.02 (043.3)

SADRŽAJ

1.	Uvod.....	1
2.	Pregled literaturnih podataka.....	9
	2.1. <i>Genotip i fenotip pšenice</i>	9
	2.2. <i>Međuzavisnost osobina</i>	13
	2.3. <i>Interakcija genotipa i ekoloških uslova</i>	14
	2.4. <i>Selekcija i semenarstvo</i>	16
	2.5. <i>Tehnološko - farinološke osobine</i>	19
3.	Cilj istraživanja i radne hipoteze.....	22
4.	Materijal i metodi rada.....	25
	4.1. <i>Materijal rada</i>	25
	4.2. <i>Poljski ogledi</i>	27
	4.3. <i>Laboratorijska ispitivanja</i>	29
	4.4. <i>Statistička analiza podataka</i>	32
5.	Agroekološki uslovi.....	35
6.	Rezultati istraživanja i diskusija.....	41
	6.1. <i>Analiza varijanse osobina</i>	41
	6.2. <i>Srednje vrednosti osobina (fenotip)</i>	47
	6.3. <i>Varijabilnost osobina (fenotipske promene)</i>	56
	6.4. <i>Korelaciona i regresiona analiza</i>	59
	6.5. <i>AMMI Analiza</i>	68
	6.6. <i>Klaster analiza</i>	80
	6.7. <i>Heritabilnost osobina</i>	84
	6.8. <i>Parametri kvaliteta semena sorti pšenice</i>	86
	6.9. <i>Tehnološki kvalitet zrna sorti pšenice</i>	89
	6.10. <i>Ocena održanja genetičkog identiteta elektroforezom proteina</i>	94
7.	Zaključci.....	100
8.	Literatura.....	104

1. UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) i proizvodi od pšenice su osnovni elementi ishrane ljudi i životinja, u prošlosti, sadašnjosti, a biće i u budućnosti.

Pšenica pripada porodici trava, i polimorfnom rodu *Triticum* sp., za koji je karakteristično da ima više vrsta nego ostala žita, ukupno 22 gajene i samonikle vrste.

Najveći značaj ima vrsta *Triticum aestivum ssp.vulgare* L. obična pšenica ($2n = 42$), sa svoje dve forme: ozima i jara (prolećna). Na drugom mestu po poljoprivrednom značaju je tvrda pšenica *Triticum durum* ($2n=28$), koja se u Srbiji gaji na malim površinama, kao prolećni usev za specijalne namene. U Srbiji se takođe gaji krupnik, odnosno *Triticum spelta* L. ($2n = 42$) koja ima plevičast plod (Glamočlija i sar., 2012 a). Plod pšenice naziva se zrno ili krupa (cariopsis).

Pšenica vodi poreklo iz četiri ishodna centra: Jugozapadna Azija, Etiopija (Abisinija), Prednja Azija (Jermenija, Sirija i Palestina) i Južni Balkan i Mala Azija.

Brzi porast prosečnog prinosa ozime pšenice od sedamdesetih godina prošlog veka do danas, nastao je kao rezultat rada selekcionara i kao rezultat primene savremene agrotehnike (Đurić i sar., 2005). Da bi se ostvario visok prinos potrebne su sorte sa niskom i čvrstom stabljikom koje podnose povećanu primenu azotnih đubriva i koje su visoko adaptabilne, odnosno poseduju visoku otpornost prema niskim temperaturama, suši, važnijim bolestima i štetočinama, kao i tolerantnost na osipanje zrna u vreme žetve. Danas postoji veliki broj visokorodnih sorti koje su prilagođene za proizvodnju u različitim klimatskim i zemljišnim uslovima i za različite nivoe agrotehnike.

Svrha proizvodnje sortnog semena nije samo širenje nove sorte u proizvodnji nego i održavanje njenog genetičkog identiteta u vremenu i prostoru. Neophodno je da se iz godine u godinu reprodukuje onakav genetski identitet sorte kakav je on bio kada je sorta priznata (Denčić i sar., 2012).

Od savremenih sorti traži se i da imaju dobar kvalitet zrna. Najvažnije hemijske supstance zrna pšenice od kojih zavisi kvalitet brašna i hleba su azotne materije, koje se u zrnu nalaze u obliku proteina. Pecivna vrednost brašna zavisi ne samo od količine testa, već u prvom redu od sadržaja glijadina i glutenina, koji zajedno sa vodom i solju daju gluten - lepak. Količina i kvalitet lepka i pored toga što predstavlja sortnu osobinu može se jednim delom menjati pod uticajem klimatskih uslova, đubrenja azotnim

đubrivima i drugim faktorima (Đurić, 2001), te je jako važno izvoditi oglede sa sortama na što većem broju lokaliteta da bi se stekla prava slika o kvalitetu i adaptabilnosti određene sorte u određenom području.

Pšenica se proizvodi u celom svetu, na taj način nije samo najvažnija ratarska kultura, već i najvažniji poljoprivredni proizvod ljudske delatnosti. Pšenica je proizvod od kojeg se dobija hleb i čitav niz prehrambenih proizvoda bez kojih nema opstanka (Roljević i sar., 2011). Da bi se iskoristio njen privredni potencijal neophodno je proizvesti visoko kvalitetno seme, jer bez kvalitetnog semena nema visokih prinosa. Visoko kvalitetno seme se dobija u proizvodnom procesu počev od setve, i kontrole stanja useva u polju, preko ispitivanja kvaliteta semena u laboratoriji, a završava se doradom i daljom distribucijom semena (Ujević, 1988).

Bez poznavanja meteoroloških i ekoloških karakteristika rejona gajenja, ne može se uspešno obavljati selekcija, i izvršiti izbor sorti pšenice za gajenje i proizvodnju semena. Takođe, bez poznavanja sorte pšenice i njene reakcije na ekološke uslove, ne može se uspešno razraditi tehnologija proizvodnje, koja sve više mora biti sortna (Jeftić, 1986).

Osnovni pokazatelj životne sposobnosti semena, od kojih zavisi i upotrebna vrednost semena, je svakako klijavost semena. Seme odlične klijavosti daje ponik koji u polju ostvaruje povoljan sklop i ujednačeno nicanje useva, što omogućava postizanje stabilnih prinosa izvanrednog kvaliteta (Milošević i Rajnpreht, 1993). Istraživanja su pokazala da na kvalitet semena utiču genetički faktori (G) kao i primenjene agrotehničke mere, agroekološki uslovi, postupci u doradi semena, počev od vršidbe, zatim prijema, sušenja, pakovanja i lagerovanja semena (E), uključujući interakciju između navedenih faktora (G x E).

Selekcija pšenice u vidu sistematskog oplemenjivanja u mnogim zemljama počela je u prvoj polovini XIX veka. Prve sorte pšenice stvorene metodom individualnog odabiranja (pedigre metod) pojavile su se u proizvodnji u drugoj polovini XIX veka. Od tada na značaju dobija i sortno semenarstvo pšenice iz sledećih razloga: održavanje proizvodnih osobina sorti, održavanje zdravstvenog stanja biljaka i useva, tehnoloških osobina sorti i zaštita prava autora sorti. Današnje sorte pšenice predstavljaju genetički visokoselekcionisane biotehničke materijale. U našoj zemlji

danas su u upotrebi sorte pšenice koje predstavljaju umnožene čiste linije dobijene individualnim odabiranjem.

Imperativi koji se postavljaju pred tehnologiju gajenja semenskih useva su: očuvanje sorte čistoće, što bolji semenski kvalitet i što veći prinos (Prodanović, 2010).

Postoje agrotehničke mere čijom primenom proizvodnja pšenice u mnogome može da se unapredi, a to su: optimalni rok setve, optimalna gustina setve, sortna agrotehnika koja podrazumeva i izbor sorte za određeni lokalitet i uslove proizvodnje (Malešević i sar., 2011). Zbog eventualnih propusta u primeni agrotehničkih mera usevi pšenice često izgledaju proređeno, neishranjeno i zakorovljeno, što neminovno dovodi do velikog variranja u prinosu kako po lokalitetima tako i po godinama (Mladenov i sar., 1999). Izborom i setvom sorti koje nisu prilagođene našim agroekološkim uslovima, povećana ulaganja često ne mogu da budu kompenzovana adekvatnim povećanjem prinosa.

Domaće selekzione ustanove, kao što su Institut za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, Institut za strna žita u Kragujevcu, Institut PKB Agroekonomik u Beogradu, Padinska Skela, i drugi, stvorile su i raspoložu sortama pšenice kod kojih je na uravnotežen način izbalansiran odnos inputa i ostvarenog prinosa. Visok i stabilan prinos, pre svega mora biti ekonomski opravdan, što se uz poštovanje sorte agrotehnike i povoljne agroklimate uslove, može ostvariti.

Današnje sorte pšenice su rezultat rada mnogobrojnih timova selekcionara. Očuvanje takvih bioloških i genetičkih materijala predstavlja glavnu osnovu svake proizvodnje pšenice u datim agroekološkim uslovima. Semenarstvo tih sorti je bitna i prateća komponenta oplemenjivanja, odnosno selekcije pšenice.

Osobine semena sorti pšenice mogu se grupisati po različitim osnovama: biološkim, genetičkim, tehnološkim i drugim. Osobine semena pšenice koje su biološkog karaktera odlikuju se polimorfizmom ekotipa, varijeteta, podvrste (Sabovljević i sar., 2010). Genetičke osobine variraju manje ili više u zavisnosti od broja gena koji kontrolišu njihovo ispoljavanje. Tehnološke osobine semena zavise od procesa dorade i čuvanja semena.

Zbog povoljnih osobina i jedinstvenog hemijskog sastava zrna (semena) pšenice, preko 70 % stanovništva zemljine kugle koristi pšenicu u ishrani (Glamočlija, 2012 b). Pšenica je značajna i u ishrani domaćih životinja, gde se koriste sporedni proizvodi koji

se izdvajaju pri složenoj meljavi pšeničnog zrna. Sporedni proizvodi predstavljaju važnu sirovinu za spravljanje različitih krmnih smeša stočnog brašna, koja predstavlja kvalitetnu koncentrovanu stočnu hranu. Pšenica se može koristiti i za setvu u krmnim smešama sa stočnim graškom ili grahoricama.

Brzi porast prosečnog prinosa ozime pšenice u poslednjih 50 godina rezultat je stvaranja novih visokoprinosnih sorti pšenice ali i primene kvalitetne agrotehnike, odnosno traženja pravog i potpunog agrotehničkog procesa proizvodnje za svaku sortu. Jedan od uslova postizanja visokog prinosa su sorte sa niskom i tvrdom stabljikom koje trpe veliku gustinu setve i povećane količine azotnih đubriva, pa je potrebno za svaku sortu u sortimentu pronaći odgovarajući sklop biljaka kako bi se ostvario ekonomski isplativ prinos zrna. Sklop biljaka mora biti u korelaciji sa potrebnim količinama hraniva i odgovarajućim rasporedom padavina u toku vegetacije (Prodanović i sar., 2009).

U poslednjih 20 godina površine pod pšenicom u svetu variraju i kreću se od oko 212,0 miliona hektara (2006) do 223,5 miliona hektata (2008). Hiper produkcija žita u 2008. godini izazvala je pad cena i znatno uzdrmala svetsku poljoprivredu. Proizvodnja pšenice u svetu je u stalnom porastu sa prosečnim prinosom koji varira od 2,91 t ha⁻¹ koliko iznosi svetski prosek do 3,65 t ha⁻¹ koliko iznosi evropski prosek.

Godišnja potrošnja pšenice u svetu iznosi oko 620 miliona tona.

Na variranje površina na kojima se proizvodi pšenica utiču faktori kao što su: porast broja stanovnika u siromašnim delovima sveta, sve veća težnja za proizvodnjom obnovljive energije, politički i ekonomski uslovi pojedinih država. (Izvor: IGC Report Summary). Postoje projekti koji imaju za cilj da intenziviraju proizvodnju pšenice u siromašnim područjima, kroz unapređenje prinosa i kvaliteta zrna.

Poslednjih decenija u Zapadnoj Evropi pšenica se znatno intenzivnije nego ranije koristi i za ishranu životinja.

Među velikim svetskim proizvođačima pšenice, su: Indija (27.098.860 ha), Rusija (24.044.480 ha), Kina (23.073.951 ha), SAD (20.527.652 ha), Australija (12.710.079 ha), Kazahstan (12.209.780 ha), Kanada (9.428.500 ha), Turska (8.542.192 ha), Pakistan (8.429.980), Ukrajina (6.124.120 ha). U Evropi su najveći proizvođači Francuska, Nemačka i Velika Britanija čiji su prosečni prinosi među najvišim u svetu (FAO statistika).

Kina godišnje proizvodi 18 – 20 % godišnje svetske proizvodnje pšenice. Indija i Rusija zajedno proizvode 41 – 45 % godišnje svetske proizvodnje pšenice. Ove tri velike svetske države, zauzimaju zanemarljivo mesto na međunarodnom tržištu izvoza pšenice, zato što imaju 42 % svetskog stanovništva, koje moraju nahraniti.

SAD su poslednjih decenija smanjile izvoz pšenice za 30 – 40 %, ali su i dalje lideri u izvozu pšenice (30 % godišnjeg izvoza pšenice), daleko ispred EU (15 % godišnjeg izvoza pšenice), ispred koje se ponekad nađu tri ostale vodeće države – Kanada (16 – 22 % godišnjeg izvoza pšenice), Australija (16 – 17 % godišnjeg izvoza pšenice) i Argentina (sa 8 – 10 % godišnjeg izvoza pšenice, ali ima velike mogućnosti za brz godišnji rast proizvodnje pšenice oko 3 %).

U našoj zemlji, pšenica se proizvodi na oko 25 % obradivih površina (≈ 560.000 ha). Meka pšenica se proizvodi na 95 % ukupnih površina na kojima se proizvodi pšenica, tvrda pšenica na 4,9 % površina, a spelta i druge alternativne pšenice na manje od 0,1 % površina. Prosečan prinos zrna pšenice značajno varira po godinama proizvodnje ($\approx 3,8$ t / ha) (tabela 1). Domaća proizvodnja u potpunosti može da zadovolji naše potrebe. Za postizanje solidnih prinosa (5 - 7 t / ha) u optimalnim rokovima setve (od 5. do 25.10.) dovoljno je primeniti 120 kg / ha azota. Kod svakog genotipa značajno je postići optimalnu gustinu, kako bi se sa određene površine ostvarila maksimalna produkcija zrna.

Tabela 1. Pregled površina i prinosa pšenice u Srbiji u periodu (2001-2010)

Godina	Srbija		Vojvodina	
	Površina (ha)	Prinos (t / ha)	Površina (ha)	Prinos (t / ha)
2001	671.463	3,70	360.245	4,01
2002	692.000	3,28	369.663	3,44
2003	611.700	2,24	316.268	2,31
2004	639.289	4,33	326.183	4,79
2005	563.801	3,57	279.155	3,95
2006	539.399	3,70	273.932	3,98
2007	559.726	3,30	291.478	3,82
2008	484.613	4,37	244.163	4,81
2009	569.329	3,49	301.649	3,94
2010	488.943	3,38	247.983	3,73

Izvor: Statistika Srbije

Prema šemi OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development - Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj), koja se primenjuje i u našoj zemlji, kategorije semena pšenice su sledeće:

- selekcionarevo seme – super elita
- predosnovno seme – elita
- osnovno seme – original
- certifikovano seme – I generacije (prva sortna reprodukcija)

Proizvodnjom i održavanjem semena kategorije super elita i elita bave se vlasnici sorte, a proizvodnjom i doradom semena kategorija original i sortne reprodukcije bave se ugovorni proizvođači (za vlasnike sorte) i semenarske kompanije.

Za proizvodnju semena pšenice kategorije prve sortne reprodukcije, za setvu se upotrebljava seme kategorije original. Semenski usev za proizvodnju kategorije I sortne reprodukcije treba da se zasniva u najmanje dvopoljnom plodoredu, a najbolje u tropoljnom gde učestvuje soja. Sve agrotehničke mere moraju se uraditi blagovremeno i na pravi način. Prostorna izolacija ovog semenskog useva iznosi 3 - 6 m ukoliko u datom području nisu utvrđene bolesti klasa pšenice koje se šire vetrom. Setvu treba izvršiti u optimalnom roku. Poželjno je ostaviti tehnološke prolaze (prohode) u

semenskom usevu. Sve mere nege, kao i čišćenje useva od primesa i izraženo atipičnih biljaka, potrebno je obaviti blagovremeno. Žetva semenskog useva za prvu sortnu reprodukciju radi se jednofazno primenom žitnog kombajna. Naturalni semenski materijal najbolje je odmah propustiti preko grubih aspiratora i selektora i uskladištiti u silo ćelijama sa aktivnim provetravanjem. Ako je potrebno, i ako za to postoje tehničke mogućnosti pre uskladištenja naturalni semenski materijal treba veštački dosušiti u protočnim sušarama.

Semenski usev za proizvodnju kategorije semena prve sortne reprodukcije podleže eksternoj stručnoj kontroli koju vrše ovlašćena lica od strane Ministarstva poljoprivrede. Prilikom vršenja te kontrole utvrđuje se stanje semenskog useva posebno u pogledu sortne identičnosti i čistoće, zdravstvenog stanja biljaka, prisustva korova u usevu i opšteg stanja useva. Postupak sprovođenja stručne kontrole naziva se aprobacioni pregledi semenskog useva pri čemu je i zdravstvena kontrola ovih useva obavezna.

Proizveden naturalni semenski materijal prate dva uverenja:

- uverenje o priznavanju useva za semenski;
- uverenje o zdravstvenom stanju useva.

Dorada naturalnog semenskog materijala pšenice (kategorije prva sortna reprodukcija) sastoji se od sledećih faza: čišćenje, ujednačavanje, površinska hemijska zaštita, pakovanje i uskladištenje.

Čišćenje obuhvata nekoliko postupaka: aspiracija - primena vazdušne struje, čišćenje na sitima i rešetima odgovarajućih otvora pravougaonog oblika, čišćenje u trierskim cilindrima sa alveolama i čišćenje na gravitacionom stolu. Tokom ove faze dorade semena pšenice vrši se odstranjivanje iz naturalnog semenskog materijala svih primesa: celih i oštećenih semena korova i drugih kulturnih biljaka; delova semena osnovne sorte; ostataka biljaka semenskog useva i primesa u tom usevu, mehaničkih primesa, mrtvih i živih insekata, kao i semena osnovne sorte zaraženo nekim bolestima (*Tilletia, Fusarium...*).

Ujednačavanje semena po veličini vrši se na kraju faze čišćenja propuštanjem semenske mase preko rešeta sa otvorom 2,20 mm - 2,25 mm. Standardna dorada semenskog materijala pšenice ne uključuje ujednačavanje semena prema veličini. Posle

čišćenja i ujednačavanja semenski materijal se podvrgava površinskom hemijskom tretmanu svakog semena primenom fungicida i insekticida koji su zakonom propisani.

Pakovanje predhodno očišćenog, ujednačenog i hemijski tretiranog semenskog materijala pšenice vrši se u pojedinačnim pakovanjima na osnovu mase (50 kg, 25 kg, 10 kg). Pakovanje se vrši automatski na liniji za pakovanje.

Dorađeni semenski materijal pšenice razvrstava se u partije semena. Jedna partija semena, kod nas obuhvata 20 t semena, a u međunarodnom prometu 40 t. Kontrolu osobina pšenice u partiji semena vrše akreditovane laboratorije na osnovu uzoraka koji se uzimaju iz semenskog materijala pre njegovog završnog pakovanja. Akreditovana laboratorija, na osnovu izvršene analize uzoraka izdaje izveštaj o osobinama semena u partiji semenske robe. Na osnovu tog izveštaja dorađivač daje svoju deklaraciju o kvalitetu semena i štampa atest etikete za svako pojedinačno pakovanje. Pri isporuci partije semenske robe kupcu dorađivač dostavlja i kopiju uverenja o priznavanju useva za semenski i originalno odštampanu deklaraciju o kvalitetu semena u partiji semenske robe.

Sve navedeno u ovom poglavlju ima za cilj da pruži uvodne napomene o značaju pšenice, selekciji novih sorti, tehnologiji gajenja, očuvanju genetičkog identiteta, sortnoj reprodukciji i procesu dorade semena. U uvodu je istaknuto aktuelno stanje, na osnovu koga su postavljeni ciljevi i hipoteze ove disertacije.

2. PREGLED LITERATURNIH PODATAKA

Za istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji značajni su radovi autora navedeni u daljem tekstu izlaganja. Ovi radovi predstavljaju osnovu za istraživanja, te su proučeni, razvrstani prema temi i kasnije korišćeni za poređenje sa sopstvenim rezultatima.

➤ 2.1. Genotip i fenotip pšenice

Roljević et al. (2011) opisuju genetičke resurse pšenice u svetu i u Srbiji. Autori su prikupili podatke o broju uzoraka germplazme pšenice u najvećim genbankama u svetu i u oplemenjivačkim institucijama u Srbiji koje se bave kolekcionisanjem, čuvanjem i korišćenjem genetičkih resursa pšenice. Konstatuje se da je potrebno uložiti više napora i sredstava u stvaranje adekvatne infrastrukture, razvoj baze podataka i istraživanje genetičkih resursa pšenice.

Prodanović et al. (2009) su istraživali i upoređivali prosečne vrednosti kvantitativnih osobina sorti pšenice kod individualnih biljaka i kod biljaka u usevu (550 biljaka / m²). Postavljeni su poljski ogledi u Banja Luci tokom 2007 / 08. godine sa osam sorti pšenice: Oganj, Kristina, Nonijus, Stojanka, Mihelka, NS 565, Tina i Grand. Analizirane su sledeće osobine: visina biljaka, dužina klasa, masa klasa, masa zrna po klasu, broj zrna po klasu i prinos zrna. Najveći prinos zrna u usevu imala je sorta NS 565 (6.920 kg / ha), a najmanji Tina (5.411 kg / ha). Iznenadjujuće je da su najmanje vrednosti za osobine masa zrna po klasu i broj zrna po klasu imale individualne biljke sorte NS 565, koja je imala najveći prinos zrna. S druge strane, sorta Tina je imala visoke vrednosti za broj zrna po klasu kod individualnih biljaka, iako je obrazovala najmanji prinos zrna. Ovi rezultati ukazuju selekcionarima pšenice da individualne biljke sa malom masom zrna po klasu i malim brojem zrna po klasu mogu imati visok prinos zrna u usevu i obrnuto, odnosno da je ključni parametar za visok prinos broj klasova po hektaru.

Prodanović et al. (2006) su analizirali deskripciju savremenih evropskih sorata pšenice prema UPOV - u (International Union for the Protection of new Varieties of Plants). Deskriptor po UPOV - u sadrži uputstva za sprovođenje DUS testova, koji se

odnose na različitost, uniformnost i stabilnost genotipova. Opis karakteristika savremenih evropskih sorti pšenice na osnovu UPOV deskriptora primenjuje se za sve sorte *Triticum aestivum* L. Na osnovu ispitivanja osnovne kolekcije koja se sastojala od 500 sorti pšenice, od kojih je opisano 55 sorti za 12 osobina, utvrđena je velika divergencija između ispitivanih sorti: svi genotipovi imali su različite vrednosti ocena osobina. Frekvencije vrednosti ocena osobina ukazuju na dominantne pravce selekcije pšenice u evropskim zemljama. Naznačeno je koje oblike osobina favorizuje savremeno oplemenjivanje pšenice.

Anderson i Barclay (1991) su ispitivali sorte pšenice i njihov fenotip u zavisnosti od gustine setve. Proučavali su veći broj osobina i njihovu međuzavisnost kod tri sorte. Utvrdili su da se obrazuju duži klasovi kada je manja gustina populacije ali se pri tome ne povećava broj zrna po metru kvadratnom.

Boyko i Kovalchuk (2008) su proučavali epigenetičku kontrolu odgovora biljaka na stres. Utvrdili su da živi organizmi imaju jasno definisane strategije borbe protiv različitih vrsta stresa. Ove strategije su pretežno definisane površinskim genetičkim promenama (genetic make - up) organizama i zavise od složene regulatorne mreže molekularnih interakcija. U većini slučajeva odgovor biljaka na stres se zasniva na mehanizmima tolerancije otpornosti, a izbegavanje ima jasno definisane metaboličke puteve. U nekoliko studija je uočena i sposobnost aklimatizacije / adaptacije biljaka posle jedne generacije izlaganja stresnim uslovima, a koja predstavlja interesantan fenomen koji ne može da bude objašnjen pravilima Mendelove genetike. Autori konstatuju da poslednji pronalasci u oblasti epigenetike i proces reverzibilne kontrole nad genskom ekspresijom i nasleđivanjem upućuju na zaključak da organizmi, a posebno biljke, imaju fleksibilnu kratkoročnu strategiju u odgovoru na stres. Zaista organizmi koji mogu da modifikuju gensku ekspresiju reverzibilno imaju prednost u evolucionom smislu jer mogu da izbegnu nepotrebne prekomerne genske promene i diverzifikaciju populacije. U svom preglednom radu autori su objasnili različite epigenetske promene uključene u odgovor biljaka na stres. Pri tome su se fokusirali na mehanizme DNA metilacije i modifikacije histona koji su odgovorni za zaštitu somatskih ćelija i nasleđivanje memorije na stres.

Dong et al. (2005) su povezali alopoliploidiju kod pšenice sa ispoljavanjem vrednosti njenih osobina, a posebno naslednim promenama u DNA metilaciji. Autori

ukazuju da su metode DNA finger printing i AFLP analize pogodne za proučavanje genetičke osnove pšenice i nasleđivanje njenih osobina.

Glamočlija et al. (2011) su ispitivali uticaj sorte i povećanih količina azota na morfološke i tehnološke osobine pivskog ječma. Autori su koristili rezultate dobijene iz ogleđa postavljenih u Zaječaru. Ispitivano je šest genotipova ječma koji su tokom vegetacionog perioda prihranjivani različitim količinama azota. Kao kontrola poslužila je varijanta bez prihranjivanja. Dobijeni rezultati pokazali su da genotipovi reaguju na povećane količine azota promenom morfoloških i bioloških osobina, kao i promenama tehnološke vrednosti semena. Efekti upotrebljenog azota značajno zavise od rasporeda padavina u periodima najveće potrošnje vode.

Knežević et al. (2006) su obavili genetičku analizu visine stabla i mase zrna po klasu pšenice. Proučavali su nasleđivanje visine stable i mase zrna po primarnom klasu kod F₂ hibrida pšenice dobijenih u dialelnom ukrštanju četiri sorte pšenice. Autori su ispitivali efekat gena i kombinacione sposobnosti za visinu stabla i masu zrna po klasu. Ustanovljene su značajne razlike između srednjih vrednosti mase zrna po klasu kod ispitivanih hibrida. Varijansa opštih i posebnih kombinacionih sposobnosti (OPKS) su visoko značajne sa preovlađujućim efektom opštih kombinacionih sposobnosti što ukazuje da preovladava aditivni efekat gena na ispoljavanje genetičke varijabilnosti za oba ispitivana svojstva.

Schuster et al. (2009) su proučavali genetičku varijabilnost brazilskih sorti pšenice. Izvršili su molekularnu karakterizaciju 36 sorti preporučenih za različite regione Brazila, primenom mikrosatelitskih markera. Autori su izračunali i genetičke distance između sorti. Genetičke distance su iznosile od 0,10 – 0,88. Takođe, su primenili klaster analizu koristeći UPGMA – metod. Grupisanje ispitivanih sorti prikazali su na hijerarhijskom dendografu. Autori su ukazali da korišćena oruđa (mikrosatelitski markeri i klaster analiza) mogu biti korišćeni za zaštitu intelektualnih prava i za programe oplemenjivanja pšenice.

Luković et al. (2006) uporednom analizom morfoloških svojstava klasa utvrđivali su da li postoje značajne razlike između tetraploidnih ($2n = 4x = 28$) i heksaploidnih ($2n = 6x = 42$) pšenica. Upoređivali su varijabilnost analiziranih svojstava klasa, za svaku grupu pšenica. U trogodišnjem ogleđu ispitivano je 8 tetraploidnih i 8 heksaploidnih, slučajno odabranih, genotipova pšenice. Za ocenu

navedenih svojstava, koristili su: ANOVA, genotipski (GCV) i fenotipski koeficijenti varijacije (PCV). U poređnom morfološkom analizom ustanovljeno je da između ove dve grupe genotipova postoje značajne razlike u pogledu dužine klasa, mase zrna / klasu i indeksa klasa. Za većinu analiziranih parametara unutar grupa tetraploidnih i heksaploidnih pšenica ustanovljena je visokoznačajna genotipska varijabilnost. Za indeks klasa kod genotipova tetraploidnih pšenica dobijena je najveća razlika između GCV i PCV, kao i najmanji GCV (6,4 %). Najmanji uticaj ekološke varijabilnosti kod tetraploidnih genotipova pšenice ispoljio se za svojstva: dužinu i težinu klasa i broj klasića / klasu. Kod genotipova heksaploidne pšenice svojstva: indeks klasa i broj klasića / klasu su u manjoj meri bila pod uticajem genetičke varijabilnosti (GCV = 4,0%, 2,0 %).

Perišić et al. (2011) su ispitivali način nasleđivanja dužine primarnog klasa i broja zrna po primarnom klasu kod hibrida pšenice, kao i kombinacione sposobnosti pet domaćih sorti ozime hlebne pšenice za posmatrane osobine. Autori su došli do zaključka da je pri nasleđivanju dužine klasa, u najvećem broju kombinacija ispoljena dominacija boljeg roditelja (BP). Sve tri komponente varijanse kombinacionih sposobnosti su pokazale visoko značajne razlike, pri čemu je najveći udeo imala varijansa OKS, što ukazuje na važnost aditivnog delovanja gena u nasleđivanju dužine primarnog klasa. Kod najvećeg broja kombinacija ukrštanja ispoljena je superdominacija boljeg roditelja pri nasleđivanju broja zrna primarnog klasa u F₁ generaciji. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za broj zrna primarnog klasa pokazala je da su varijabilnosti usled OKS i PKS ispoljile visoko značajne razlike, pri čemu su vrednosti OKS izrazito veće. To ukazuje na važnu ulogu gena sa aditivnim delovanjem u nasleđivanju broja zrna primarnog klasa. Pored toga rodost genotipova pšenice predstavlja složeno svojstvo, čija realizacija zavisi od ekspresije većeg broja kvantitativnih osobina, kao njenih komponentata. Ekspresija kvantitativnih osobina posledica je delovanja gena sa malim efektom (minor geni), tako da je stepen njihovog delovanja uslovljen međusobnom interakcijom i uticajem spoljne sredine. Zbog ovakve prirode gena, proces oplemenjivanja pšenice ne može se sprovesti jednostavnim poboljšanjem pojedinačnih komponentata rodosti i svaki takav pokušaj biva obezvređen usled uslovljenosti i negativne korelacije koja postoji između pojedinih komponenti.

Trkulja et al. (2011) su analizirali veze marker - svojstvo za vreme klasanja i cvetanja pšenice korišćenjem pojedinačne marker regresije. Diploidne mapirajuće populacije predstavljaju pogodan materijal za genetičku analizu lokusa koji utiču na ekspresiju kvantitativnih svojstava (QTL – *Quantitative Trait Loci*). U cilju detekcije lokusa koji su u vezi sa vremenom klasanja i cvetanja u našem agro - klimatskom regionu, autori su analizirali alelnu varijabilnost pet mikrosatelitskih lokusa (*Xgwm18*, *Xgwm194*, *Xgwm261*, *Xpsp3071*, *Xpsp3200*) kod 177 linija dihaploidne populacije Savana / Renesansa. Metodom pojedinačne marker regresije detektovan je QTL u blizini lokusa *Xgwm261* pomoću kog se moglo objasniti od 20,2 % do 30,7 % fenotipske varijabilnosti za vreme klasanja i 13,6 % do 28,8 % za vreme cvetanja.

➤ 2.2. Međuzavisnost osobina

Prodanović et al. (1999 a) su ispitivali populacije hibrida pšenice u dve generacije dobijene primenom bulk metoda selekcije, odnosno masovnog odabiranja. Pratili su vrednosti šest osobina: visine stabla, dužine klasa, broja klasića u klasu, broja zrna u klasu, mase zrna klasa i prinosa zrna. Za sve osobine, izuzev broja zrna po klasu i mase zrna klasa, uočili su povećanje srednjih vrednosti iz jedne generacije u narednoj generaciji, što ukazuje na ukupni pozitivan efekat primene masovne selekcije kod pšenice. U generacijama potomstva proučavane komponente rodnosti su bile u pozitivnoj korelaciji sa prinomom zrna, a najveći uticaj ispoljila je masa zrna klasa ($r = 0,90$ i $r = 0,73$).

Dimitrijević et al. (2001) su ispitivali fenotipsku varijabilnost visine biljke i mase zrna po klasu pšenice. Ispitivani genotipovi pšenice grupisani su prema stepenu ploidnosti u dve grupe: tetraploidne pšenice ($4x = 2n = 28$ hromozoma) i heksaploidne genotipove ($6x = 2n = 42$). Heksaploidna grupa je podeljena na kultivisane genotipove (sorte) i nekultivisane genotipove. U okviru sorti, dalja podela je na domaće i strane sorte pšenice. Rezultati su pokazali da promena u visini stabljike na nivou ispitivanih grupa, najčešće nije praćena značajnom varijacijom mase zrna po klasu. Kod selekcionisanih sorti, korelaciona povezanost visine stabljike i mase zrna po klasu je bila slabija nego kod divljih srodnika i tetraploidnih formi pšenice.

Petrović et al. (2000) su ispitivali genotipsku i fenotipsku međuzavisnost deset komponenata prinosa pšenice (visina stabljike, dužina klasa, broj zrna po klasu, masa zrna po klasu, masa klasa, masa zrna po biljci, masa biljke, indeks klasa, žetveni indeks i odnos klas / stablo), u uzorku od 22 genotipa pšenice, podeljenih u tri grupe prema visini stabljike. Analizom međuzavisnih odnosa autori su ustanovili značajne ili visoko značajne vrednosti korelacionih koeficijenata između većine ispitivanih svojstava.

Nirala et al. (1997) ustanovili su u F₂ generaciji da je masa 1000 zrna u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa masom zrna po biljci i biološkim prinosom po biljci.

Laskin i Maslovskaja (1988) su našli slabu korelaciju između komponenti produktivnosti biljaka različitih sorti i njihovih potomstava. Niska korelacija se može objasniti niskom naslednošću osobina koje određuju produktivnost biljaka, njihovom značajnom modifikacionom promenom i adaptivnom reakcijom hibridnog potomstva na promene uslova spoljne sredine.

Chowdhury et al. (1985) su utvrdili da postoje visoke pozitivne korelacije između broja biljaka i prinosa zrna, visine biljke, mase zrna, žetvenog indeksa. Dok je između prinosa i koeficijenta produktivnog bokorenja nađena negativna korelacija.

➤ **2.3. Interakcija genotipova i ekoloških uslova**

Dimitrijević et al. (2006) izneli su rezultate dobijene za masu zrna po klasu i ukupnu biomasu klasa pšenice gajene na „solonjecu“. Autori su pratili varijacije ovih osobina za šest hlebnih sorti pšenice, kao i interakciju genotipa i agroekoloških uslova u tri vegetaciona perioda. Upoređeni su rezultati na kontroli, solonjecu bez primene meliorativnih mera i dva nivoa popravke (25 t i 50 t fosforgipsa / ha), pri čemu su posmatrani efekti meliorativnih mera na ove dve komponente prinosa. Poljoprivrednim zemljištima niže produktivnosti, kao što je solonjec, može se uz melioracione mere podići upotrebna vrednost i proširiti površina pod odgovarajućim poljoprivrednim biljnim vrstama.

Dolijanović et al. (2009) su ispitivali gajenje ozime pšenice u monokulturi i dvopoljnom plodoredu. U dosadašnjim ispitivanjima uticaja plodoreda na prinos zrna ozime pšenice ustanovljeno je da su prinosi najviše varirali pod uticajem meteoroloških uslova. Zbog toga su u radu autori ispitivali uticaj zimskih, prolećnih i ukupnih

padavina na prinos zrna ozime pšenice u monokulturi i dvopoljnom plodoredu. Istraživanja su se odnosila na petnaestogodišnji period (1991 / 92 – 2005 / 06. godine) na oglednom polju Poljoprivrednog fakulteta «Radmilovac». Na osnovu korelacione i regresione zavisnosti dobijenih prinosa zrna ozime pšenice od količine prolećnih, zimskih i ukupnih padavina ustanovljeno je da sa povećanjem količina zimskih padavina, prinos zrna se smanjuje, posebno u monokulturi. Međutim, sa povećanjem količina prolećnih i ukupnih padavina, prinos zrna pšenice se povećavao u oba ispitivana sistema gajenja. To znači da u ispitivanom području (centralna Srbija) uglavnom ima dovoljno padavina u zimskom periodu i svako povećanje količina može smanjiti prinos zrna ili čak ugroziti proizvodnju pšenice. Dakle, razlog nižih prinosa zrna ozime pšenice u ispitivanom području su uglavnom nedostatak padavina u prolećnom periodu, kada je biljkama voda i najpotrebnija.

Gourdji et al. (2013) su proučavali reakciju pšenice na tople ekološke uslove. Ova istraživanja su postavili uzimajući u obzir potrebu za genetičkim analizama potencijalnog adaptabilnog odgovora na trendove globalnog zagrevanja. Koristili su germplazmu iz međunarodnog centra za unapređenje kukuruza i pšenice (CIMMYT). Utvrdili su da je prinos zrna najosetljiviji na povećane temperature tokom perioda nalivanja zrna.

Hristov et al. (2006) su ispitivali otpornost domaćih sorata pšenice prema niskim temperaturama. Autori su zaključili da proizvodnja pšenice u različitim regionima, kao i ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa, u velikoj meri zavisi od tolerantnosti gajenih sorti na stres izazvan niskim temperaturama. Pored genetički uslovljene reakcije, od velikog je značaja postepeno prilagođavanje biljaka efektu niskih temperatura. U dvogodišnjem periodu (2004 – 2005), analizirano je 23 sorte pšenice iz različitih etapa oplemenjivanja. Testiranje je izvršeno u hladnim komorama na temperaturi – 15°C u trajanju od 24, 36, 48 i 60 časova. Sorte su podeljene u tri grupe u zavisnosti od godine priznavanja. U prvoj grupi, u kojoj su se uglavnom nalazile introdukovane sorte, procenat preživelih biljaka na svim tretmanima iznosio je u proseku 87 %. Različito poreklo sorti u ovoj grupi, značajno je uticalo na međusobne razlike u otpornosti prema niskim temperaturama. U drugoj grupi, koju su činile domaće sorte gajene na velikim površinama 70 - ih godina, procenat preživelih biljaka iznosio je 88,1 %. Većina sorti treće grupe, trenutno je zastupljena na proizvodnim površinama u našoj zemlji. Kod

ovih sorti, otpornost prema niskim temperaturama nalazi se na nivou prethodne grupe, pri čemu je procenat preživelih biljaka iznosio 87,4 %. Visoke temperature u periodu kaljenja biljaka, uslovile su veća oštećenja, odnosno veći procenat izmrzlih biljaka u drugoj godini ispitivanja. Cilj ovog rada je bio da se sagleda doprinos procesa oplemenjivanja unapređenju otpornosti pšenice prema niskim temperaturama.

Munkvold et al. (2013) su konstatovali da se kvantitativne fenotipske osobine razvijaju pod uticajem fenotipa i promenljivih faktora spoljne sredine, kao i interakcijom između njih. Posebno značajna je interakcija između genotipa i spoljne sredine (G x E) koja predstavlja uticaj ekoloških faktora na ekspresiju gena. Perturbacije genetske ekspresije od strane ekoloških faktora se manifestuju u alternacijama vezanim za gensku ko - ekspresiju u povezanoj mreži osobina i obavezno u fenotipskoj plastičnosti. Autori su pokušali da mapiraju individualne gene ekspresije lokusa kvantitativnih osobina (QTL). Koristili su različite spoljne uslove kako bi identifikovali specifične genske ko - ekspresivne module. Autori su zapravo proučavali promene kvantitativnih osobina pod uticajem spoljnih faktora na molekularnom nivou.

➤ **2.4. Selekcija i semenarstvo**

Prodanović et al. (1999 b) analizirali su variranje srednjih vrednosti osobina hibridnih populacija pšenice u dve generacije potomstva. Zaključili su da primenom bulk selekcije dolazi do izmena u strukturi populacija koje se odnose na: 1) povećanje broja klasova po jedinici površine, 2) bolji raspored klasova u prostoru i 3) ujednačeniji odnos primarnih i sekundarnih klasova.

Mian i Nafziger (1992) su proučavali efekte semena pšenice različite veličine (sitno, srednje i krupno) na osobine izniklih biljaka kao što su: klijavost, broj klasova i prinos zrna. Utvrđeno je da su sve veličine semena imale jednaku klijavost i slične vrednosti drugih osobina.

Đurić et al. (2008) konstatovali su da je za postizanje stabilnih prinosa u prvom redu neophodno koristiti kvalitetno seme za setvu, što i jeste primarni zadatak semenarstva. Razvijeno i dobro organizovano semenarstvo podrazumeva stalnu proizvodnju semena svih kategorija i na taj način održavanje nivoa genetske čistoće sorti pšenice. O očuvanju genetskog identiteta sorti vode računa selekcioneri -

oplemenjivači i stručne službe koje vrše aprobaciju semenskih useva. Deklarisano seme ima visoku sortnu čistoću i visok procenat klijavosti.

Đurić et al. (2009) bavili su se oplemenjivanjem i semenarstvom pivskog ječma u Institutu PKB Agroekonomik. Autori su zaključili da napredak u selekciji i oplemenjivanju zavisi od raspoložive genetičke varijabilnosti, načina ugradnje poželjnih gena u superiorne genotipove, kao i efikasnost selekcije (odabira) poželjnih genotipova odnosno linija. Pored visokog prinosa i dobre otpornosti na biološke i abiološke stresove, kvalitetan pivski ječam treba da ima i nizak sadržaj plevica i proteina, a visok sadržaj skroba. U cilju pune realizacije genetičkog potencijala za prinos i kvalitet zrna naročito se mora poštovati blagovremenost primene tehnologije proizvodnje.

Đurić et al. (2010) ispitivali su uticaj gustine setve na prinos nekih sorata ozime pšenice. Ispitivane su četiri sorte ozime pšenice različitih selekcionih kuća koje su trenutno zastupljene u srpskom sortimentu u cilju analize prinosa, zavisno od gustine setve useva. Sama sorta bez potpune primene svih agrotehničkih mera proizvodnje (setve, odnosno zadovoljavajuće gustine useva, mera nege i vremena žetve) ne može dati visok prinos kome težimo, što je naročito potrebno u godinama kada pšenica ima izrazito nisku cenu.

Đurić et al. (2011) su analizirali kvalitet semena PKB sorti ozime pšenice doradenih u periodu 2005 - 2010. godine. Autori su ispitivali pokazatelje kvaliteta semena pšenice (čistoća, masa 1000 zrna, vlaga, klijavost, frakcija sitnog semena i zdravstveno stanje) pet PKB sorti ozime pšenice. Po svim parametrima ispitivano seme PKB sorti zadovoljavalo je norme propisane Pravilnikom i Zakonom o semenu. U proseku za sve godine čistoća je bila 98,8 %, vlaga 12,5 %, masa 1000 zrna 42,5 g, klijavost 92,1 %, broj zrna korova u 1000 g semena 0,9 i prisustvo *Fusarium spp.* 1,4%. Razvijeno i dobro organizovano semenarstvo sorata pšenice podrazumeva stalnu proizvodnju semena svih kategorija i na taj način održavanja nivoa genetske čistoće sorti pšenice. Kvalitetno seme dobija se u dugom procesu proizvodnje koji započinje setvom, a završava se žetvom i usladištenjem, uz zakonom predviđen stručni i zdravstveni pregled u toku vegetacije (aprobacije). Seme postaje deklarirano sa ispitivanjem kvaliteta u laboratorijama, doradom i izdavanjem potrebnih uverenja i atesta.

Dekić et al. (2013) ispitivali su efikasnost Pc gena otpornosti prema narandžastoj rđi ovsu. Najefikasniji u obe godine ispitivanja bio je gen Pc 38 (94, 11 %), dok nijedan gen nije bio potpuno efikasan. Visoku efikasnost ispoljili su i geni Pc 39 i Pc 68, njihova efikasnost je bila preko 90 %. Prosečna efikasnost gena otpornosti u prvoj godini ispitivanja iznosila je 71,29 % i bila je viša od prosečne efikasnosti gena u 2000. godini (66,01 %). Efikasnost Pc gena otpornosti prema patogenu u obe godine ispitivanja bila je zadovoljavajuća i iznosila je 68,64 %. Ugradnjom gena otpornosti Pc 38, Pc 39 i Pc 68 u nove sorte može se ostvariti uspešna zaštita ovsu od prouzrokovala lisne rđe.

Huffman je (2004) proučavao očuvanje genetičkog identiteta kod genetički modifikovanih (GM) biljaka. Istraživač je konstatovao da se pri gajenju pšenice pojavljuju tri rizika vezana za promenu genetičkog identiteta: 1) pojava zaostalih biljaka iz predhodnog useva, 2) polenski drift odnosno rasipanje polena sa drugih polja, 3) mešanje semena različitih sorti pri „on farm“ manipulaciji.

Istraživači na poslediplomskim studijama (2010) vršili su ispitivanja o sortnoj reprodukciji pšenice u Vir - u, Rusija (Natural Sciences Repository). Istraživanja su obuhvatala semena sorte Alabaskaja. Semena su podeljena na dva dela. Sa jednim delom semena vršena je kontinuirana setva svake godine tokom četvorogodišnjeg perioda i to uvek sa semenom iz predhodne godine. Sa drugim delom semena je sejano takođe tokom četiri godine ali je uvek korišćeno seme koje je predhodno čuvano jednu godinu. Znači originalno seme je čuvano jednu godinu i sejano tek u drugoj godini, zatim požnjeveno u trećoj, čuvano jednu godinu i potom sejano u četvrtoj godini. Biljke koje su nikle iz semena iz predhodne godine imale su sledeće karakteristike u odnosu na biljke iz kontrole: stabla su bila viša, poprečni presek stabljike bio je manji, zastavičar je bio uži, bile su manje otporne na sušu i davale su manji prinos.

Ruiz et al. (2002) su pomoću analize glijadina odredili genetički identitet španske germplazme pšenice. Utvrdili su da dolazi do kvalitativnih promena genetičke varijabilnosti tokom godina, odnosno tokom održavanja sorti. Za 35. godina 75 % analiziranih uzoraka sačuvalo je genetički identitet. Međutim, kod tri uzorka nađene su modifikacije u 10 alela i to gubitak alela ili pojava novih alela. Ovi rezultati pokazuju da je potrebna velika pažnja tokom održavanja uzoraka odnosno tokom reprodukcije i konzervacije kolekcije germplazme.

Sabovljević et al. (2010) su ispitivali korelacije i varijabilnost osobina semena pšenice proizvedenog na više lokacija. Autori su osobine semena pšenice grupisali po različitim osnovama: po genetičkom karakteru sa odlikama polimorfizma ekotipa, varijeteta, i podvrste; po tehnološkom tipu endosperma, hemijskom sastavu, izmeljivosti; i po semenarskim i tehnološkim osnovama. Osnovno polazište u semenarstvu pšenice jeste potpuna sortna identičnost i genetička homogenost osobina svake sorte koja se održava i umnožava, radi merkantilne proizvodnje. Tehnološko i semenarske osobine semena pšenice odlikuju se većom ili manjom varijabilnošću svojih vrednosti, ali i standardima propisane vrednosti za ove osobine semena koje se moraju zadovoljiti u semenskoj i merkantilnoj proizvodnji.

Sabovljević et al. (2011) su ispitivali osobine semenskog materijala sorata pšenice. Primenili su razdvajanje semena na frakcije veličine semena i izračunavali pokazatelje varijabilnosti. Utvrdili su da osobine semenskog materijala pšenice zavise od kategorije semena, uslova proizvodnje semena, vremena i načina žetve, postupka u doradi i postupanja sa semenom posle žetve, tokom dorade i tokom čuvanja semena.

➤ **2.5. Tehnološko - farinološke osobine**

Đurić et al. (2005) su u svojim istraživanjima došli do zaključka da brzi porast prosečnog prinosa ozime pšenice kod sorti selekcionisanih od šezdesetih godina do današnjih dana omogućava dovoljnu proizvodnju potrebnih količina zrna i brašna različitog kvaliteta. Proizvođače interesuje što veći prinos zrna jer država to plaća u otkupnoj ceni pšenice, a potrošače i pekare što bolji kvalitet brašna odnosno hleba. Da bi se ostvario visok prinos, potrebne su sorte sa niskom i čvrstom stabljikom (slamom) koje trpe visoko đubrenje azotnim đubrivima, većim brojem plodnih cvetova u klasu i visokom otpornošću prema niskim temperaturama i važnijim bolestima pšenice. Pecivna vrednost brašna zavisi od sadržaja glijadina i glutenina, koji zajedno sa vodom i solju daju gluten - lepak. Količina i kvalitet lepka i pored toga što predstavlja sortnu osobinu može se delom menjati pod uticajem klimatskih uslova, i primenom određene agrotehnike.

Đurić et al. (2012) su analizirali prinos zrna i kvalitet brašna nekih sorata ozime pšenice u 2010. i 2011. godini. Autori ističu da na svetskom tržištu, a sve više i kod nas

postoji izražena težnja i traženost sorti, koje pored visokog i stabilnog prinosa imaju i dobre parametre kvaliteta brašna. Rezultati u ovom radu pokazuju da sorte sa najstabilnijim prinostom i dobrim kvalitetom zrna su PKB Talas i BG Merkur. Ove sorte imaju visok sadržaj kvalitetnih proteina, a analogno ovome je i visok sadržaj glutena, što se potvrđuje reološkim merenjima. Visoki prinosi ispitivanih sorata pšenice jesu rezultat interakcije genetičkog potencijala sorata pšenice i primene dobre agrotehnike u uslovima kada raspored padavina tokom vegetacione sezone, od momenta setve, pa do žetve pogoduje proizvodnji pšenice.

Đekić et al. (2012) ispitivali su različiti sastav sorti tritikalea. Cilj ovog rada bio je ispitivanje hemijskog sastava dve sorte tritikalea Kg 20 i Trijumf. Istraživanja su obavljena u Centru za strna žita u Kragujevcu. Prosečan sadržaj proteina sorte tritikalea Kg 20 iznosio je 12,24 % suve materije (sm) a Trijumfa 12,90 % sm. Prosečan sadržaj pepela kod Kg 20 iznosio je 1,34 % sm, a kod Trijumfa 1,40 % sm. Prosečan sadržaj vode kod Kg 20 iznosio je 11,32 % sm a kod Trijumfa 11,22 % sm. Ustanovljene razlike značajnosti sa stanovišta uticaja sorte na prosečne vrednosti sadržaja proteina i vlage statistički nisu bile signifikantne, $P < 0,01$.

Glamočlija (2012) je u svojim istraživanjima došao do zaključaka da po hranljivoj, vitaminskoj i energetske vrednosti od 8.500 - 9.400 džula pšenični hleb je hranljiviji od hleba spravljanog od ostalih žita. U procesu složene meljave pšenice, pored glavnog proizvoda brašna, sporedni proizvodi su pšenične klice, mekinje, slama i pleve. Pšenica ima i veliki agrotehnički značaj jer kao usev guste setve ostavlja zemljište nezakorovljeno i vrlo dobrih fizičkih osobina. Odličan je predusev za veliki broj njivskih biljaka jer rano tokom leta, sazreva tako da se posle žetve pšenice zemljište može kvalitetno pripremiti za naredne useve, bilo za setvu redovnih useva ili za setvu postrnih useva.

Pajin et al. (2005) su ispitivali tehnološki kvalitet pšeničnog brašna koga čini zbir različitih osobina koje određuju reološka svojstva testa pri izradi, u toku obrade i pečenja kao i kvalitet gotovog proizvoda. U cilju definisanja tehnološkog kvaliteta brašna kao potencijalne sirovine za proizvodnju keksa i srodnih proizvoda, autori su ispitivali tri domaće sorte pšenice. U svim ispitivanim uzorcima brašna određen je njihov hemijski sastav, specifične osobine brašna, sadržaj vlažnog glutena, sposobnost zadržavanja vode, sedimentacija i granulometrijski sastav kao i osnovna reološka

svojstva. Utvrđeno je da sve sorte imaju odgovarajuće osobine rastegljivosti testa, nešto veću moć upijanja vode brašna od zahtevane i ujednačenu raspodelu veličina čestica brašna.

Zečević et al. (2006) su ispitivali varijabilnost parametara tehnološkog kvaliteta (sedimentacija, sadržaj i kvalitet glutena i reološke osobine testa) kod deset kragujevačkih sorti pšenice (KG - 56, Srbijanka, Studenica, Takovčanka, KG – 56 S, KG - 100, Toplica, Levčanka, Gruža i Tara). Ogledi su bili postavljeni na oglednom polju Centra za strna žita, Kragujevac tokom četiri vegetacione sezone. Sedimentacija je urađena po metodi *Zeleny*, sadržaj i kvalitet glutena po standardnoj metodi, a reološke osobine testa su određene na farinografu. Analizom varijanse je utvrđena značajna zavisnost ispitivanih komponenti kvaliteta od genotipa i ekoloških faktora. Ustanovljeno je da su sve sorte imale sedimentaciju na nivou prve kvalitetne klase, a najveća prosečna vrednost utvrđena je kod sorte KG – 56 S (61,8 ml). Analizom komponenti fenotipske varijanse ustanovljeno je da, za sve ispitivane osobine kvaliteta, najmanji udeo varijanse pripada godini, a znatno veća varijansa pripada sorti i interakciji sorta x godina, što ukazuje da na ispoljavanje kvaliteta pšenice veći uticaj ima genotip, a znatno manji ekološki faktori.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA I RADNE HIPOTEZE

Istraživanja u ovom radu usmerena su na biljku pšenica (*Triticum aestivum* L.), kod koje se analizira genetički odgovor (Boyko & Kovalchuk, 2008; Whittle et al., 2009), odnosno promene na fenotipu, do kojih dolazi pri sortnoj reprodukciji. Te promene se posmatraju na nivou DNK pomoću genetičkih ili proteinskih markera i na nivou fenotipa korišćenjem morfoloških i produktivnih osobina pšenice (Šurlan - Momirović et al., 2005; Glamočlija, 2004).

Predmet ovih istraživanja je kompleksan: pre svega to je pšenica, odnosno sorte pšenice, ali je ispitivan i efekat primene selekcije (Borojević, 1981), uticaj gustine useva i godine u kojoj se vrši reprodukcija biljaka na fenotip, odnosno na morfološke i proizvodne osobine, kao i na kvalitet semena i očuvanje sorte identičnosti.

Istraživanja sprovedena u ovom radu su interesantna i nailaze na pažnju naučnika u svetu (Anderson & Barclay, 1991, Ellis, 1988; Khah et al., 1989; Mian & Nafziger, 1992; Laverack, 1994). Kod nas su istraživanja sa sličnim predmetom tek u začetku (Prodanović et al., 2009). Zato su dobijeni rezultati primenom ovih istraživanja od značaja za unapređenje naše poljoprivredne nauke, posebno pošto daju odgovore u odnosu na domaće sorte pšenice, proizvodnu praksu u našoj zemlji i zastupljene ekološke uslove u našoj zemlji.

Cilj ispitivanja ima teorijski značaj za naučne discipline kao što je Genetika, ali i praktični značaj za unapređenje Oplemenjivanja bilja, odnosno oplemenjivanja pšenice, kao i za unapređenje Semenarstva, odnosno proizvodnje semena pšenice i tehnologije žita.

U tom smislu, ova istraživanja imaju za cilj teorijske i praktične odgovore na brojna naučna pitanja koja postavljaju genetičari, oplemenjivači i semenari.

Genetičare zapravo zanima odgovor na pitanje koliko na fenotipske promene utiče nasledna osnova (genotip pšenice), a koliko agroekološki uslovi ($F = G + E$).

Izvršena istraživanja omogućila su rastavljanje fenotipske varijanse na komponente i kvantifikovanje stepena naslednosti za sve proučavane osobine pšenice (analiza heritabilnosti).

Oplemenjivače pšenice zanima da li se fenotipske promene osobina pšenice pri sortnoj reprodukciji ispoljavaju u jednakom stepenu kod svih sorti (analiza varijanse). Sorte koje više pozitivno reaguju na određene uslove, kao što su gustine useva, temperature i padavine treba identifikovati i iskoristiti u oplemenjivačkim programima (biometrijska analiza, analiza interakcije). Takođe, je od interesa za oplemenjivače i određivanje menjanja odnosa osobina i to koje osobine su najjače povezane u određenim agroekološkim uslovima (korelaciono - regresiona analiza). Konačno, zanima ih da li primena pozitivne i negativne selekcije, na nivou fenotipa pri sortnoj reprodukciji, predstavlja uspešan način održavanja genetičkog identiteta sorti pšenice (elektroforetska analiza sastava proteina).

Semenare interesuje da li se i kako promene na fenotipu odražavaju na osobine semena pšenice kao što je klijavost i energija klijanja (analiza kvaliteta semena). Zanima ih da li postoji povezanost između tretmana (klaster analiza) i kako tretmani utiču na masu zrna i hemijski sastav zrna (ukupni proteini i sedimentacija), pri čemu je poslednja navedena stavka bitna i za tehnologe koji rade sa semenom pšenice.

U ovoj doktorskoj disertaciji polazi se od sledećih hipoteza:

- Odabrane sorte pšenice za ova istraživanja razlikuju se po fenotipu;
- Poljski ogledi bili su postavljeni u različitim godinama, tako da se ekološki (meteorološki) uslovi razlikuju, s tim u vezi proučavan je odgovor sorti na spoljne faktore;
- Primena negativne selekcije, odnosno odbacivanja atipičnih biljaka, uslov je za očuvanje sortne identičnosti. Ukoliko se ne bi primenila negativna selekcija, pojave mutacija, nekontrolisane stranooplodnje i slučajnog mešanja semena, dovele bi do promena genotipa;
- Elektroforeza je laboratorijska metoda koja omogućava da se pouzdano odredi sortna identičnost useva, odnosno da li postoje ma kakve razlike između jedinki (100 semena) istog genotipa na osnovu broja traka, njihove mobilnosti i intenziteta obojenosti. Ovom tehnikom može se odrediti specifičnost sastava proteina kod različitih sorti;
- Različite gustine useva ispoljavaju značajan uticaj na fenotipske promene pšenice;

- Fenotipske promene utvrđene su precizno u ovom radu jer je broj analiziranih biljaka za svaku osobinu bio vrlo visok (5400 podataka);
- Laboratorijskim analizama ispitivan je kvalitet semena, i upotrebne karakteristike zrna različitih sorti, kao što je sadržaj proteina;
- Pouzdanim biometrijskim metodama određivane su: srednja vrednost, apsolutna i relativna varijabilnost osobina, divergentnost sorti (hijerarhijska klaster analiza), povezanost osobina (korelacije i regresije), interakcija osobina i spoljnih uslova (ANOVA, AMMI analiza), stepen naslednosti osobina (heritabilnost) i drugi parametri kojima se odgovara na ciljeve ove disertacije.

4. MATERIJAL I METODI RADA

➤ 4.1. Materijal rada

Materijal rada u ovoj doktorskoj disertaciji bile su tri divergentne sorte pšenice ispitivane tokom dve proizvodne godine u poljskim ogledima na eksperimentalnim poljima Instituta PKB Agroekonomik.

Ispitivana su po tri različita tretmana (varijante) za svaku od ovih sorti u pogledu primene selekcije i gustine useva, koji odgovaraju zahtevima za proizvodnju tri različite kategorije semena: elita, original i prva sortna reprodukcija. Biljke u svakom od različitih proizvodnih uslova su praćene uz merenje njihovih fenotipskih karakteristika. Po obavljenj žetvi ispitivan je kvalitet njihovog semena, tehnološke osobine i ocenjivana njihova sortna identičnost primenom laboratorijskih tehnika uključujući analize sadržaja proteina i sastava proteina primenom elektroforeze. Dobijeni podaci obrađeni su biometrijski i prikazani kroz odgovarajuće tabele, grafikone i slike.

Tri sorte ozime pšenice Instituta PKB Agroekonomik sa različitim vrednostima morfoloških osobina biljaka, rodnosti i osobina kvaliteta zrna ispitivane u ovom radu su:

1. PKB Talas
2. BG Merkur
3. PKB Lepoklasa

„PKB Talas“ (slika 1) po svojim osobinama pripada tipu poboljšivača kvaliteta zrna, odnosno kvalitetnoj grupi A2 - A1. Ima hektolitarsku težinu 82 - 85 kg, sadržaj proteina 13 - 14 %, sadržaj vlažnog glutena 28 - 36 %. Posедуje veliku sposobnost bokorenja, gustina u žetvi iznosi 700 - 800 klasova / m², pri čemu visina biljke dostiže 68 - 78 cm, klas je bez osja, bele boje pri zrenju, zrno je okruglasto, crvene boje.



Slika 1. PKB Talas

„BG Merkur“ (slika 2) po svojim osobinama pripada hlebnom tipu sorti, odnosno kvalitetnoj grupi B2 - B1. Ima hektolitarsku težinu 79 – 84 kg, sadržaj proteina 14 - 15 %, sadržaj vlažnog glutena 28 – 32 %. Posедуje srednju sposobnost bokorenja, gustina u žetvi iznosi 650 - 700 klasova / m², pri čemu je i visina biljke srednja 62 - 76 cm, klas je bez osja sa izraženim rudimentima bele boje pri zrenju, zrno je srednje krupno, crvene boje.



Slika 2. BG Merkur

„PKB Lepoklasa“ (slika 3) po svojim osobinama svrstana je u hlebne sorte tipa B1 - A2. Tehnološko proizvodne karakteristike ove sorte pšenice su: hektolitarska težina 82 – 86 kg, sadržaj proteina 13 - 15 %, sadržaj vlažnog glutena 29 - 34 %. Posедуje veliku sposobnost bokorenja, gustina u žetvi iznosi 700 - 800 klasova / m², pri čemu visina biljke dostiže 68 - 78 cm, klas je bez, osja bele boje pri zrenju, zrno je okruglasto, srednje krupno, crvene boje.



Slika 3. PKB Lepoklasa

➤ 4.2. Poljski ogledi

Svaka sorta pšenice gajena je u tri različite varijante agrotehničkih uslova, prilagođenih dobijanju tri kategorije semenskih useva: elita, original i prva sortna reprodukcija.

Varijanta 1, „elita“, realizovana je pod kontrolom i nadzorom selekcionera, odnosno uz primenu metode negativnog odabiranja, tj. odbacivanja atipičnih redova i pozitivnog odabiranja tj. uzimanja najboljih klasova za proizvodnju superelite, pri čemu su ispitivane biljke i uzimano seme preostalih individua na polju. Setva elite obavljena je u parcelice od 6 redova, dužine 1 m, sa međurednim rastojanjem 12 cm.

Varijanta 2, „original“, imala je veću gustinu useva, koja je dobijena setvom 120 kg / ha semena elite u neprekidne redove na parceli. Nakon čišćenja od atipičnih biljaka ispitivane su osobine preostalih biljaka i uzimano je njihovo seme za analizu i dobijanje varijante 3.

Varijanta 3, „prva sortna reprodukcija“, imala je još veću gustinu dobijenu setvom 240 kg / ha semena originala. Ispitivane su tipične biljke u ovoj varijanti kao i analiza kvaliteta semena, i karakteristike zrna.

Sve tri varijante ispitivane su i analizirane u dve istraživačke godine, tokom vegetacione 2008/2009. i 2009/2010. godine.

Poljski mikroogledi (slika 4) postavljeni su i izvedeni u Južnom Banatu na oglednim parcelama Instituta PKB Agroekonomik. Eksperimentalna polja se nalaze na nadmorskoj visini 77 m, a njihovo pozicioniranje obavljeno je pomoću GPS uređaja.



Slika 4. Poljski mikroogledi Institut PKB Agroekonomik

Tip zemljišta na kome su izvedeni mikroogledi je ritska crnica. Fizičko - hemijske analize ovog zemljišta obavljene su u akreditovanoj laboratoriji Eko - Lab u Padinskoj Skeli, Beograd, u skladu sa standardom SRPS ISO/IEC 17025. Meteorološki podaci za dve istraživačke godine preuzeti su sa meteorološke stanice Instituta PKB Agroekonomik, koja se nalazi u neposrednoj blizini (oko 1000 m udaljenosti) od lokacije izvođenja ogleđa. Od meteoroloških podataka u ovom radu prikazani su toplotni režim vazduha i količina i raspored padavina tokom vegetacionog perioda pšenice.

U ovoj doktorskoj disertaciji analizirane su sledeće morfološke i produktivne osobine biljaka: broj izdanaka, broj klasića u klasu, broj zrna u klasu, apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu.

U ovom radu ispitivani su i analizirani sledeći parametri kvaliteta semena: apsolutna masa, klijavost i zdravstveno stanje.

Ispitani su i pokazatelji kvaliteta zrna (farinološka svojstva): sadržaj proteina i sedimentaciona vrednost.

U izvršenim istraživanjima primenjene su sledeće grupe metoda:

- metod poljskog oglada,
- metod uzorka iz eksperimentalnog materijala semena,
- metod laboratorijskog ispitivanja osobina semena,
- metod elektroforeze,
- matematičko - statističke metode obrade eksperimentalnih podataka i analize rezultata.

➤ **4.3. Laboratorijska ispitivanja**

Kvalitet semena je ispitan u akreditovanoj laboratoriji Eko - Lab u Padinskoj Skeli, Beograd. Ispitivanja su obavljena u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja - (Službeni glasnik, 47 / 87). Ovaj pravilnik propisuje postupak uzimanja uzorka, metode ispitivanja semena i norme kvaliteta koje seme mora ispuniti da bi bilo deklarirano.

Uzorci semena za ispitivanje uzeti su kao reprezentativni za kvalitet partije semena. U ovom radu uzeti su: zbirni uzorak, prosečni uzorak i uzorak za vlagu od svake sorte u obe godine ispitivanja. Uzimanje prosečnog uzorka izvršeno je razdeljivanjem zbirnog uzorka na polja, iz kojih je izdvojeno seme za ispitivanje sledećih pokazatelja kvaliteta semena:

- Klijavost (%),
- Energija klijanja (%),
- Čistoća semena (%),
- Sadržaj drugih biljnih vrsta (%),
- Sadržaj korova (%),
- Sadržaj vlage (%),
- Zdravstveno stanje semena (%).

Ukupna klijavost je određena na osnovu ukupnog broja klijavih zrna 8 dana posle stavljanja semena na naklijavanje, a energija 4 dana posle stavljanja semena na naklijavanje. Naklijavanje je vršeno u klijalištu sa temperaturom podešenom na 20°C. Ukupno je stavljeno po 4 petri kutije sa po 100 semena i to u 3 ponavljanja za svaku sortu u svakoj godini ispitivanja (slika 5).



Slika 5. Ispitivanje klijavosti semena pšenice

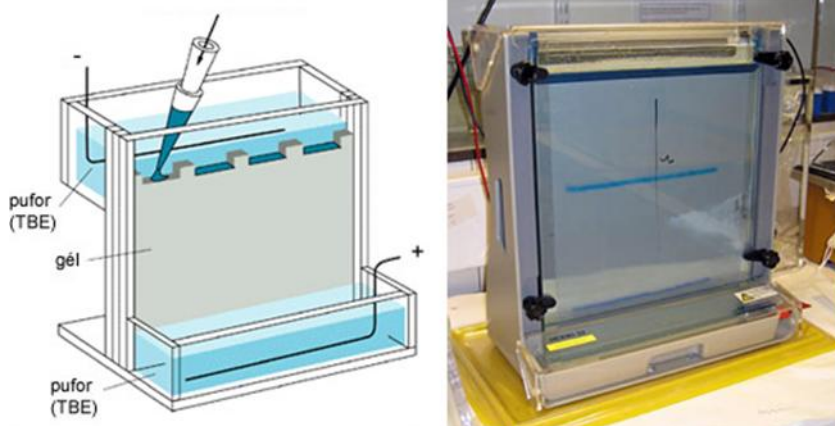
Čistoća semena određena je merenjem mase na analitičkoj vazi (preciznosti 0,01g) ukupne količine semena radnog uzorka, čistog semena, semena drugih vrsta, semena korova i inertnih materija.

Vlaga semena je određena mlevenjem semena u laboratorijskom mlinu i sušenjem samlevenog materijala na 104°C, pri čemu je izvršeno merenje uzorka pre i posle sušenja.

Zdravstveno stanje semena ocenjeno je pregledom naklijalih semena na prisustvo fitopatogenih bakterija i gljiva.

U radu je određen kvalitet zrna ispitivanih sorti pšenice kao pokazatelji kvaliteta zrna korišćeni su: sadržaj proteina (%) i sedimentaciona vrednost (ml). Analize su izvršene u obe istraživačke godine.

Sortna identičnost ocenjivana je primenom elektroforeze proteina, odnosno vertikalne elektroforeze glijadina (slika 6).



Slika 6. Aparatura za vertikalnu elektroforezu

Elektroforeza predstavlja laboratorijsku metodu koja prati kretanje koloidnih čestica u gelu pod uticajem električnog polja kroz rastvor slabog elektrolita. Proteini pšenice se ponašaju kao tipične smeše koloidnih čestica. Čestice proteina pšenice u rastvoru se kreću ka jednom polu pod uticajem monofazne struje različitom brzinom. Čestice se vizualizuju na gelu u obliku traka različite mobilnosti. Svaka ispitivana sorta imala je specifične trake tj. frakcije proteina. U ovom radu izvršena je procena zrna iste sorte u cilju utvrđivanja iste frakcije proteina u tri ispitivane varijante jedne sorte, odnosno utvrđena je promena procenta genetičke identičnosti sorte u različitim kategorijama semenskih useva. Takođe, utvrđena je divergentnost između sorti po sastavu proteina.

Rezervni proteini glijadini iz ispitivanih uzoraka pšenice ekstrahovani su iz 100 pojedinačnih semena i razdvojeni na PAGE pH 3.2. Ukupno je napravljeno 3 gela po uzorku. Vertikalna elektroforeza urađena je na opremi MAX FILL, Carl Roth, a sve neophodne hemijske materije nabavljene su od proizvođača Sigma Aldrich. Pufferi za gel bili su 20 ml glacijalne sirćetne kiseline + 1 g glycina, koji su dopunjeni destilovanom vodom do 1 litar i čuvani na hladnom mestu. Pufferi za kadicu bili su 4 ml glacijalne sirćetne kiseline + 0,4 g glycina, koji su dopunjeni destilovanom vodom do 1 litar i čuvani na hladnom mestu.

Priprema uzorka za analizu sastojala se u usitnjavanju zrna pšenice, prebacivanju u ependorficu od 1,5 ml, uz dodatak 300 μ l ekstrakcionog rastvora (Methyl green - 0,05 % u 25 % 2 - chloroethanolu), nakon mešanja uzorak je ostavljen na sobnoj temperaturi 12 časova. Sledeći dan izvršeno je centrifugiranje na 12400 rpm 5

minuta i odvojen je supernatant, naneto je 12 μ l supernatanta u bunarčić gela za elektroforezu.

Postupak pravljenja gela obuhvatao je sledeće: čiste i suve staklene ploče su postavljene u svoje ležište za pravljenje gela, na gornju površinu stavljen je “češalj” za pravljenje udubljenja za uzorke u gelu, a zatim je u 60 ml pufera za gel dodato 15 g akrilamida (12,5 % gel), 0,5 g bis - akrilamida, 7,2 g uree, 0,12 g askorbinske kiseline i 0,006 g ferosulfata. Nakon mešanja i dopune puferom za gel do 120 ml izvršeno je hlađenje 5 minuta u zamrzivaču. Dodato je 120 μ l sveže pripremljenog 10 % amonijum persulfata i 420 μ l TEMED - a, nakon mešanja izvršeno je brzo sipanje između stakala unapred pripremljenog kalupa za gel. Posle 50 minuta polimerizacije, izvađeni su češljevi i kalup je prebačen u kadicu za elektroforezu. U svaki “bunarčić” gela dodato je po 12 μ l ekstrakta iz pojedinačnih zrna pšenice.

Elektroforeza je obavljena pri konstantnom naponu struje od 300 V uz neprekidno hlađenje, na temperaturi od 15 - 20°C, u trajanju od 4 časa.

Po završetku elektroforeze gelovi su bojani i tokom noći ostavljeni potopljeni u boju: 1 % PAGE blue G90 u etanolu (10 ml) + 10 % trihlorsirćetna kiselina (200 ml).

Obezbojavanje je izvršeno sa 10 % trihlorsirćetnom kiselinom u trajanju od 30 minuta, a zatim destilovanom vodom. Gelovi su zatim skenirani i sačuvani kao .jpg fajlovi. Elektroforeza je urađena u akreditovanoj laboratoriji Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

➤ **4.4. Statistička analiza podataka**

Statistička analiza eksperimentalno dobijenih podataka obuhvatila je izračunavanje srednje vrednosti (M) i varijabilnosti (varijanse i koeficijenti variranja) za sve ispitivane osobine pšenice, kao i značajnosti njihovih razlika primenom lsd - testa. Ukupno za analizu je uključeno 5400 podataka (100 biljaka x 3 ponavljanja x 3 varijante ogleda x 3 sorte x 2 godine) za svaku od navedenih morfoloških osobina biljaka. Sličnosti i razlike između fenotipskih osobina sorti, po varijantama i godinama, određene su primenom hijerarhijske klaster analize. Stepen i oblik zavisnosti između osobina utvrđen je primenom korelacionih koeficijenata i regresije. Interakcija genotipa i spoljne sredine, odnosno tretmana (G x E) utvrđen je primenom ANOVA, kao i

primenom AMMI analize. Trofaktorijalna analiza varijanse urađena je posebno za svaku ispitivanu osobinu, prikazane su vrednosti MS (prosečne sume kvadrata) i F - izračunato, a faktori su bili: sorta pšenice (tri sorte), godina izvođenja poljskog ogleđa (dve godine), i kategorija semena (tri kategorije semena pšenice).

AMMI analiza (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Models), korišćena je za detaljniji opis interakcije G x E. Ova analiza omogućila je izračunavanje glavnih komponenti (PC1 i PC2) i vrednosti ASV. Za izračunavanje parametra ASV korišćena je formula (Purchase, 2000):

$$ASV = \sqrt{\left[\frac{SSPC1}{SSPC2} (\text{vrednost PC1}) \right]^2 + [\text{vrednost PC2}]^2}$$

SS = suma kvadrata;

PC1 = prva glavna komponenta;

PC2 = druga glavna komponenta.

AMMI analiza je rađena uz pomoć *R software*, verzija 2.15.2 (*A Language and Environment, Copyright 2012*).

Fenotipski i genotipski koeficijenti varijabilnosti osobina izračunati su, i stavljeni u odnos u cilju određivanja stepena naslednosti, odnosno heritabilnosti osobina.

Izračunavanje heritabilnosti urađeno je na bazi modela koji uzima u obzir izračunate i očekivane vrednosti sredine kvadrata u analizi varijanse za svaku ispitivanu osobinu sorti pšenice (tabela 2).

Tabela 2. Model za izračunavanje heritabilnosti

Izvor	M S	Očekivane sredine kvadrata
Sorta (Genotip-G)	M 1	$\sigma^2_{E+r} \cdot \sigma^2_{G Y K+r} \cdot k \sigma^2_{G Y+r} \cdot y \sigma^2_{G K+r} \cdot k \cdot y \sigma^2_G$
Godina (Y)	-	-
Kategorija (K)	-	-
Sorta (G) x Godina (Y)	M 2	$\sigma^2_{E+r} \cdot \sigma^2_{G Y K+r} \cdot k \sigma^2_{G Y}$
Sorta (G) x Kategorija (K)	M 3	$\sigma^2_{E+r} \cdot \sigma^2_{G Y K+r} \cdot y \sigma^2_{G K}$
Godina (Y) x Kategorija (K)	-	-
Sorta (G) x Godina (Y) x Kategorija (K)	M 4	$\sigma^2_{E+r} \cdot \sigma^2_{G Y K}$
Greška (E)	M 5	σ^2_E

r – broj ponavljanja

$$\sigma^2_F = \sigma^2_G + \sigma^2_{GY} + \sigma^2_{GK} + \sigma^2_{G Y K} + \sigma^2_E$$

$$\sigma^2_E = M 5$$

$$\sigma^2_{G Y K} = (M 4 - M 5) / r$$

$$\sigma^2_{G K} = (M 3 - M 4) / r \cdot y$$

$$\sigma^2_{G Y} = (M 2 - M 4) / r \cdot k$$

$$\sigma^2_G = (M 1 - M 3 - M 2 + M 4) / r \cdot k \cdot y$$

Heritabilnost je izračunata iz odnosa genotipske i fenotipske varijanse:

$$h^2 = (\sigma^2_G / \sigma^2_F) \times 100$$

primenom sledećih jednačina:

$$*h^2 = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_{GY} + \sigma^2_{GK} + \sigma^2_{G Y K} + \sigma^2_E) \times 100$$

$$**h^2 = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_E) \times 100$$

U prvoj jednačini uzeti su u obzir svi oblici interakcija, a u drugoj su interakcije zanemarene.

5. AGROEKOLOŠKI USLOVI

Variranje prinosa u proizvodnji ratarskih useva u velikoj meri je posledica promena ekoloških i agrotehničkih uslova. Optimalni klimatski uslovi, pre svega režim padavina i temperaturni režim, pored genotipa određene biljne vrste, predstavljaju najvažnije parametre, za realizaciju visokih prinosa ratarskih useva. Klima je po definiciji karakteristična za određeno podneblje i predstavlja srednje vremensko stanje, tj. prosečno stanje svih meteoroloških elemenata određene oblasti, tokom dužeg vremenskog perioda, najmanje 30 godina. Najvažniji elementi klime su: osunčavanje, temperatura, vlažnost vazduha, oblačnost, količina i raspored padavina, vazdušni pritisak i vetrovi. Prosečno stanje vremenskih elemenata pre svega temperature i padavina posmatranih za duži period vremena i posmatranih na jednom mestu okarakterisani su kao klimatski uslovi.

Rezultati prikazani u ovom radu dobijeni su izvođenjem poljskih ogleda koji su bili postavljeni na Oglednom polju Instituta PKB Agroekonomik na području Južnog Banata. Ovo područje ima odlike umereno kontinentalne klime sa izraženim lokalnim karakteristikama. Prostorna raspodela parametara klime uslovljena je geografskim položajem, reljefom i lokalnim uticajem, kao rezultatom kombinacije reljefa, raspodele vazdušnog pritiska većih razmera, ekspozicijom terena, prisustvom rečnih sistema, vegetacijom i urbanizacijom. Od geografskih odrednica koje karakterišu bitne sinoptičke situacije značajne za vreme i klimu Južnog Banata treba spomenuti Alpe, Sredozemno more i Panonsku niziju. Smena ciklona i anticiklona donosi toplo i suvo vreme što uslovljava umereno - kontinentalnu klimu ovog područja. Glavne karakteristike umereno kontinentalne klime su hladne zime i topla leta. U toku godine temperaturna amplituda vrlo često iznosi i preko 70°C. Godišnje sume trajanja sijanja Sunca kreću se u intervalu od 1.500 do 2.200 sati godišnje.

Reljef na klimu Srbije utiče pravicima pružanja planina i nadmorskom visinom. Kretanje toplih vazdušnih masa sa mora prema unutrašnjosti zemlje umnogome sprečavaju planinski venci. Da nije tih planina, unutrašnjost Srbije imala bi znatno topliju klimu. Istovremeno preko Panonske nizije u Srbiju zimi prodiru hladne vazdušne mase sa severa i severoistoka. Postoje znatne razlike u klimi između predela na različitoj nadmorskoj visini.

U Panonskoj oblasti leti preovlađuje sunčano vreme – insolacija iznosi 2.400 sati godišnje. Najveći deo Srbije padavine ima manje od 800 mm, a severni deo Bačke i Banata, dolina Velike i delom Južne Morave i Zaječarska kotlina i manje od 600 mm. U Srbiji postoje planinska i panonska klimatska oblast. U Panonskoj oblasti je zastupljena panonsko - kontinentalna klima, nešto blaža od prave kontinentalne klime koja vlada u Istočnoj Evropi. Kontinentalna klima u ovoj oblasti je uslovljena položajem – ona je udaljena i odvojena od mora planinskim vencima. Odlike ove klime su: topla i suva leta, hladne i oštre zime sa jakim mrazovima. Krajem zime, posle jednog kišovito i vetrovitog perioda, sneg se naglo topi, i ubrzo posle kratkog proleća dolazi leto. Vrućine su najveće u Bačkoj i Banatu, gde ima peščara. U toku druge polovine leta, vazduh se dosta zagreje, a zemljište se sasuši i ispuca. Tokom pojedinih dana, temperature se penju do 35°C.

Prosečna godišnja temperatura vazduha u uslovima umereno kontinentalne klime za područja sa nadmorskom visinom do 300 m, kakav je slučaj sa područjem gde su bili izvedeni poljski ogledi, iznosi 10,9°C.

Toplota kao važan vegetacioni činilac omogućuje fiziološke procese u biljnom organizmu. Potrebe pšenice u toploti zavise od faze rastenja i razvića biljaka. Tok i brzina prolaska pšenice kroz određene fenofaze zavisi od količine toplote. Za prolazak određenih fenofaza neophodne su određene temperature, kada su temperature optimalne i fenofaze brže prolaze. Suma potrebnih aktivnih temperatura za vegetacioni period ozime pšenice (od 280 dana) iznosi 2.100°C. Do fenofaze vlatanja optimalne temperature su 10 - 15°C. U daljem periodu vegetacije pšenice povećavaju se potrebe za toplotom i optimalne temperature iznose 18 - 25°C. Za klasanje, cvetanje i nalivanje plodova optimalne temperature iznose 20 - 25°C. Pšenica se odlikuje velikom tolerantnošću na mrazeve. Snežni pokrivač omogućava uvek veću temperaturu ispod snega za 10 - 15°C nego što je to na površini.

Tolerantnost pšenice na mrazeve zavisi od njenog filogenetskog i ontogenetskog razvića. Tolerantnost zavisi od geografskog porekla sorte, primenjenih agrotehničkih mera i stanja vlažnosti setvenog sloja zemljišta. Ozima pšenica prolazi kroz period pripreme za zimu (kaljenje). Biljke se tokom ovog perioda razvijaju u uslovima zadržanog porasta tako da se monosaharidi koji su sintetisani tokom dana, nakupljaju kao rezervne hranljive materije u listovima i u čvoru bokorenja. Usled visoke

koncentracije šećera u ćelijama stvaraju se prezasićeni rastvori povećanog osmotskog pritiska koji biljkama omogućava značajno snižavanje tačke mržnjenja. Pojava snežnog pokrivača karakteristična je za period od novembra do marta, a ponekad i u aprilu i oktobru. Najveći broj dana sa snežnim pokrivačem je u januaru mesecu, kada se u proseku javlja 30 do 40 % od ukupnog godišnjeg broja dana sa snežnim pokrivačem.

Tolerantnost pšenice prema visokim temperaturama vazduha (30 - 35°C i više) zavisi od uslova vlažnosti zemljišta i vazduha.

Toplotni režim područja izvođenja ogleda karakterišu jeseni koje su toplije od proleća. Najhladniji mesec je januar a najtopliji mesec je jul.

U tabeli 3 dat je pregled mesečnih temperatura vazduha za vegetacioni period pšenice tokom izvođenja poljskog ogleda, izmeren na mernoj stanici Instituta PKB Agroekonomik.

Tabela 3. Pregled mesečnih temperatura vazduha za vegetacioni period pšenice tokom izvođenja poljskog ogleda

Vegetacioni period	Mesec	Temperatura °C		
		Min	Max	Prosečna
2008/09.	X	1,1	27,3	11,8
	XI	-5,9	24,8	6,8
	XII	-8,1	16,9	3,1
	I	-19,6	13,0	-1,9
	II	-12,9	17,5	1,3
	III	-4,3	24,8	6,4
	IV	0,4	25,5	13,8
	V	0,3	34,4	17,5
	VI	6,4	35,0	18,9
2009/10.	VII	7,3	37,1	21,7
	X	-5,3	29,4	10,7
	XI	-3,5	20,6	6,6
	XII	-22,5	16,8	1,8
	I	-15,1	12,6	-1,0
	II	-11,1	16,1	1,6
	III	-6,5	22,3	6,6
	IV	1,3	27,0	11,7
	V	2,4	30,1	16,3
VI	3,4	37,4	19,5	
VII	7,4	37,2	22,2	

Na osnovu podataka iz tabele 3 uočava se da su prosečne mesečne temperature bile nešto niže u aprilu i maju 2010. godine (11,7°C i 16,3°C) nego istih meseci 2009. godine (13,8°C i 17,5°C). U ostalim mesecima temperature su slične između dve godine u kojima su postavljani ogledi.

Meteorološki podaci koji se odnose na period izvođenja oglada 2008/09. i 2009/10., preuzeti su sa meteorološke stanice Instituta PKB Agroekonomik koja se nalazi na približno 1 km udaljenosti od mesta gde su izvođeni dvogodišnji poljski ogledi. Svetska meteorološka organizacija propisuje pravilnik koji definiše klimatološke standarde kao srednje vrednosti klimatskih parametara za uzastopan period od 30 godina.

Godišnje sume padavina u Srbiji u proseku rastu sa nadmorskom visinom. U nižim predelima godišnja visina padavina kreće se u intervalu od 540 do 820 mm. Južni Banat ima kontinentalni režim padavina, sa većim količinama padavina u toplijoj polovini godine. U proleće i jesen količine padavina mogu biti veće od optimalnih potreba biljaka, a u toku leta javlja se nedostatak padavina za oko 30 %. Najkišovitiji mesec je jun, kada u proseku padne 12 do 13 % od ukupne godišnje sume padavina. Najmanje padavina imaju meseci februar i oktobar. Pojava snežnog pokrivača karakteristična je za hladniji deo godine od novembra do marta, a najveći broj dana sa snežnim pokrivačem je u januaru.

Najviše padavina u Srbiji se izlučuje krajem proleća i početkom leta, u maju i junu, kada je vlaga usevima najpotrebnija. Ali, ima godina kada se u ovim mesecima izluči mala količina padavina, pa zato Vojvodina trpi od čestih i dugih suša. Najmanje padavina izlučuje se u februaru, a jeseni su, kao i proleća, kišovite. U središnjim delovima nizije, grad je retka pojava, a kada pada, obodnim predelima nanosi velike štete.

Pšenica je hidrofilna biljka i u toku vegetacionog perioda utroši 465 - 565 g vode po biljci. Potrebe pšenice za vodom razlikuju se u zavisnosti u kojoj se fazi pšenica nalazi. Tokom ukorenjavanja i bokorenja pšenica utroši 30 % ukupno potrebne količine vode. Tokom daljeg porasta pšenice potrebe za vodom se povećavaju a najveće su tokom klasanja i nalivanja zrna. Tokom faze sazrevanja potrebe za vodom se smanjuju. Optimalna vlažnost zemljišta za pšenicu iznosi 70 - 80 % maksimalnog vodnog

kapaciteta koji varira po fenofazama. Variranje se kreće od 65 % u bokorenju, 65 - 70 % u fazi nalivanja plodova, do 85 % u klasanju.

U tabeli 4 dat je pregled mesečnih suma padavina za vegetacioni period pšenice tokom izvođenja poljskog ogleda, izmeren na meteorološkoj mernoj stanici Instituta PKB Agroekonomik.

Tabela 4. Pregled mesečnih suma padavina (mm) za vegetacioni period pšenice tokom izvođenja poljskog ogleda

Mesec	Vegetacioni period	
	2008/09.	2009/10.
	Padavine (mm)	Padavine (mm)
X	18,6	89,2
XI	68,0	79,4
XII	77,0	97,0
I	60,6	60,2
II	40,2	64,2
III	56,2	44,4
IV	17,0	30,2
V	29,2	147,2
VI	98,2	91,0
VII	35,8	48,0
Ukupno	500,8	750,8

Na osnovu podataka iz tabele 4 može se konstatovati da je u 2009/10. godini bilo 250,8 mm padavina više nego u 2008/09. Posebno obilne padavine bile su u maju 2010. godine. Deficit vode bio je izražen posebno u aprilu 2009. kada je palo samo 17 mm padavina, kao i u maju 2009. kada je palo samo 29,2 mm padavina. Ovaj dvomesečni sušni period odrazio se na slabiju rodnost pšenice u 2008/09. godini nego u 2009/10. godini.

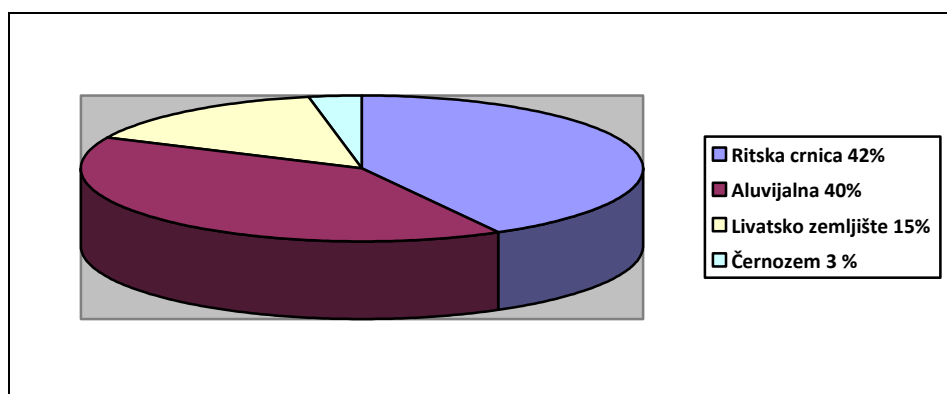
Srednji atmosferski pritisak za područje izvođenja ogleda iznosi 1001 mb, a srednja relativna vlažnost vazduha je 69,5 %.

Prizemna vazдушna strujanja su u velikoj meri uslovljena orografijom. U toplijem delu godine, u Srbiji i na lokaciji gde su postavljeni ogledi preovlađuju vetrovi sa severozapadnog i jugoistočnog pravca. Vetar iz severozapadnog kvadranta pokazuje najveću učestalost od maja do novembra, ujednačeniji je i postepeno menja brzinu i do olujnog vetra. Ovaj vetar sa Atlantika donosi vlažne vazdušne mase i padavine. Tokom

hladnijeg dela godine dominira istočni i jugoistočni vetar – košava. Ovaj vetar ima najveću učestalost duvanja u novembru i maju.

Što se tiče zemljišta u Južnom Banatu zastupljeni su sledeći tipovi: ritska crnica 42 %, aluvijalna 40 %, livadsko zemljište 15 % i černoziem 3 %.

Na grafikonu 1 prikazana je procentualna zastupljenost tipova zemljišta na području Južnog Banata.



Graf. 1. Procentualna zastupljenost tipova zemljišta na području Južnog Banata

Na površinama gde su bili izvedeni dvogodišnji poljski ogledi zastupljena je ritska crnica. Ritska crnica predstavlja tip teških glinovitih zemljišta lošijih fizičkih osobina, pa obrada u specifičnim uslovima, bilo da se radi o sušnoj ili izrazito vlažnoj godini, zahteva složenu tehnologiju i primenu stručnih znanja.

Fizičko - hemijska analiza zemljišta pre postavljanja oglada urađena je u akreditovanoj laboratoriji Eko – Lab, Padinska Skela, Beograd. Metode primenjene tokom analize zemljišta su nestandardne akreditovane metode (EL 11305 005 - 20; EL 11305 005 - 21; EL 11305 005 - 22; EL 11305 005-25; EL 11305 005 - 31).

Rezultati agrohemijjskih ispitivanja zemljišta na kojem su postavljeni ogledi pokazali su sledeće vrednosti ispitivanih parametara: kalcijum karbonat - 1,07 %, pH u 1M KCL - 6,23, pH u H₂O - 7,60, humus - 2,33 %, ukupan neorganski azot - 6,98 mg / kg, fosfor pentoksid - 21,45 mg / 100 g, kalijum oksid - 34,58 mg / 100 g.

Nakon agrohemijjske analize zemljišta može se konstatovati da su nađeni parametri u ispitivanom uzorku pokazali da je zemljište slabo karbonatno, kiselo do neutralno, slabo humusno sa nedostatkom azota, osrednjim sadržajem fosfora i visokim sadržajem kalijuma.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati izvršenih istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji prikazani su kroz potpoglavlja zasnovana na temama, grupama osobina i primenjenoj obradi originalnih eksperimentalnih podataka.

Statističke i biometrijske metode i procedure koje su primenjene za obradu originalnih eksperimentalnih podataka obuhvataju: srednje vrednosti, varijabilnost, povezanost osobina, analizu interakcije G x E i ocenu načina nasleđivanja.

U posebnim potpoglavljima navedeni su rezultati primenjenih metoda istraživanja u laboratorijskim uslovima sa materijalom iz poljskih ogleda, kao što su: kvalitet semena, farinološke osobine i elektroforeza.

Rezultati su prikazani na analitički način, uz njihovu diskusiju i poređenje sa rezultatima drugih autora. Time je omogućeno detaljnije i potpunije istovremeno prikazivanje svih ostvarenih rezultata istraživanja.

Rezultati izvršenih istraživanja grupisani su na sledeći način:

- 6.1. Analiza varijanse osobina
 - 6.2. Srednje vrednosti osobina (fenotip)
 - 6.3. Varijabilnost osobina (fenotipske promene)
 - 6.4. Korelaciona i regresiona analiza
 - 6.5. AMMI Analiza
 - 6.6. Klaster analiza
 - 6.7. Heritabilnost osobina
 - 6.8. Parametri kvaliteta semena sorti pšenice
 - 6.9. Tehnološki kvalitet zrna sorti pšenice
 - 6.10. Ocena održanja genetičkog identiteta elektroforezom proteina
-
- **6.1. Analiza varijanse osobina**

Podaci o vrednostima osobina iz poljskih ogleda analizirani su trofaktorijskom analizom varijanse, koja je imala za cilj da utvrdi da li između sorti, godina ispitivanja, kategorija semena i njihovih interakcija postoje značajne razlike.

Rezultati izvršenih istraživanja za trofaktorijalnu analizu varijanse ispitivanih osobina tri sorte pšenice dati su u tabelama 5, 6, 7, 8, i 9.

Trofaktorijalna analiza varijanse urađena je posebno za svaku ispitivanu osobinu (broj izdanaka, broj klasića u klasu, broj zrna u klasu, apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu). U tabelama su prikazane samo MS vrednosti (prosečan kvadrat) i F - vrednosti (izračunate i tablične). Faktori odnosno izvori variranja su: A - sorta pšenice (tri sorte), B - godina izvođenja poljskog ogleđa (dve godine) i C - kategorija semena (tri kategorije semena pšenice).

Rezultati trofaktorijalne analize varijanse o značajnosti razlika između tretmana prikazani su pomoću zvezdica nad F - vrednostima, a u skladu sa vrednostima p (probability, verovatnoća).

Trofaktorijalna analiza varijanse urađena je pomoću programa Statistica for Windows 8.0.

Tabela 5. Analiza varijanse za broj izdanaka (bokorenje)

Izvor variranja	d.f.	MS	F - izračunato	F – test		P - level
				0,05	0,01	
A (Sorta)	2	0,12	11,07**	3,26	5,25	0,00
B (Godina)	1	0,88	77,71**	4,11	7,39	0,00
C (Kategorija)	2	0,03	3,27*	3,26	5,25	0,05
A x B	2	0,003	0,29	3,26	5,25	0,75
A x C	4	0,01	1,24	2,63	3,89	0,31
B x C	2	0,03	2,83	3,26	5,25	0,07
A x B x C	4	0,02	1,39	2,63	3,89	0,26
Greška	36	0,01				

U tabeli 5 prikazani su rezultati trofaktorijalne analize varijanse za osobinu broj izdanaka (bokorenje). LSD – vrednosti, odnosno vrednosti najmanje značajne razlike, date su u prilogu. Rezultati iz tabele 5 pokazuju vrlo značajan uticaj faktora „sorta pšenice“ što znači da ova osobina vrlo značajno zavisi od korišćene sorte u proizvodnji. Takođe, faktor godina proizvodnje pokazuje vrlo značajan uticaj, što znači da broj

izdanaka vrlo značajno zavisi od godine proizvodnje. Kategorija semena pokazuje značajan uticaj na osobinu broj izdanaka.

Interakcije posmatranih faktora u ovoj analizi nisu pokazale značajnost za osobinu broj izdanaka ni u jednom slučaju. Ipak se može uočiti da je interakcija između godine i kategorije semena pokazala višu F – izračunatu vrednost u odnosu na sve ostale interakcije kod posmatrane osobine.

U tabeli 6 prikazani su rezultati trofaktorijalne analize varijanse za osobinu broj klasića u klasu. LSD – vrednosti su date u prilogu.

Tabela 6. Analiza varijanse za broj klasića u klasu

Izvor variranja	d.f.	MS	F - izračunato	F – test		P - level
				0,05	0,01	
A (Sorta)	2	0,76	8,02**	3,26	5,25	0,00
B (Godina)	1	6,78	72,06**	4,11	7,39	0,00
C (Kategorija)	2	2,93	31,08**	3,26	5,25	0,00
A x B	2	0,77	8,15**	3,26	5,25	0,00
A x C	4	1,07	11,41**	2,63	3,89	0,00
B x C	2	0,19	2,07	3,26	5,25	0,14
A x B x C	4	0,35	3,71*	2,63	3,89	0,01
Greška	36	0,09				

Na variranje vrednosti ove osobine vrlo značajno utiču sorta, godina proizvodnje i karegorija semena. Takođe, osobina broj klasića u klasu vrlo značajno zavisi od interakcije sorte i godine, kao i od interakcije sorte i kategorije semena, dok interakcija godine i kategorije semena nije pokazala statističku značajnost. Interakcija sva tri posmatrana faktora pokazala je statističku značajnost.

U tabeli 7 prikazani su rezultati trofaktorijalne analize varijanse za osobinu broj zrna u klasu. LSD – vrednosti za ovu osobinu date su u prilogu.

Iz tabele se može uočiti vrlo značajan uticaj faktora „godina proizvodnje“, što znači da broj zrna u klasu vrlo značajno zavisi od toga u kojoj godini se vrši proizvodnja semenskog useva pšenice. Takođe, osobina broj zrna u klasu vrlo značajno zavisi i od kategorije semena. Prema F - izračunatim vrednostima postoji vrlo značajan uticaj na

ovu osobinu za sledeće interakcije: sorta x godina i sorta x kategorija semena. Zanimljivo da sorta kao faktor nije uticala na variranje vrednosti broja zrna u klasu. Takođe, interakcija godina x kategorija semena, kao i interakcija sva tri analizirana faktora nisu pokazale statističku značajnost.

Tabela 7. Analiza varijanse za broj zrna u klasu

Izvor variranja	d.f.	MS	F - izračunato	F – test		P - level
				0,05	0,01	
A (Sorta)	2	6,32	2,60	3,26	5,25	0,09
B (Godina)	1	251,04	103,25**	4,11	7,39	0,00
C (Kategorija)	2	30,24	12,44**	3,26	5,25	0,00
A x B	2	35,80	14,72**	3,26	5,25	0,00
A x C	4	32,75	13,47**	2,63	3,89	0,00
B x C	2	2,05	0,84	3,26	5,25	0,44
A x B x C	4	3,13	1,29	2,63	3,89	0,29
Greška	36	2,43				

U tabeli 8 prikazani su rezultati trofaktorijalne analize varijanse za osobinu apsolutna masa zrna. LSD – vrednosti su date u prilogu.

Na variranje ove osobine vrlo značajno su uticali faktori: sorta pšenice i godina proizvodnje. Treći posmatrani faktor kategorija semena kao i interakcije svih faktora nisu pokazali statistički značajan uticaj na variranje ispitivane osobine. Interakcija sorte i kategorije semena imala je više F izračunate vrednosti od ostalih interakcija ali ipak ispod nivoa statističke značajnosti.

Tabela 8. Analiza varijanse za apsolutnu masu zrna

Izvor variranja	d.f.	MS	F - izračunato	F – test		P - level
				0,05	0,01	
A (Sorta)	2	206,17	181,64**	3,26	5,25	0,00
B (Godina)	1	29,82	26,28**	4,11	7,39	0,00
C (Kategorija)	2	2,42	2,13	3,26	5,25	0,13
A x B	2	1,23	1,09	3,26	5,25	0,35
A x C	4	2,59	2,28	2,63	3,89	0,08
B x C	2	0,43	0,38	3,26	5,25	0,69
A x B x C	4	0,85	0,75	2,63	3,89	0,57
Greška	36	1,14				

U tabeli 9 prikazani su rezultati trofaktorijalne analize varijanse za osobinu masa zrna u klasu. LSD – vrednosti za ovu osobinu date su u prilogu.

Tabela 9. Analiza varijanse za masu zrna u klasu

Izvor variranja	d.f.	MS	F - izračunato	F – test		P - level
				0,05	0,01	
A (Sorta)	2	1,24	132,83**	3,26	5,25	0,00
B (Godina)	1	1,13	120,71**	4,11	7,39	0,00
C (Kategorija)	2	0,10	11,11**	3,26	5,25	0,00
A x B	2	0,13	14,03**	3,26	5,25	0,00
A x C	4	0,08	8,25**	2,63	3,89	0,00
B x C	2	0,01	0,83	3,26	5,25	0,44
A x B x C	4	0,01	1,43	2,63	3,89	0,24
Greška	36	0,01				

Vrlo značajan uticaj na vrednosti ove osobine pokazali su faktori: sorta pšenice, godina proizvodnje i kategorija semena. Statistički vrlo značajne F - vrednosti imale su

interakcije između sorte i godine, kao i između sorte i kategorije semena. Ostale ispitivane interakcije nisu ispoljile statistički značajan uticaj na vrednosti ove osobine.

Na osnovu obavljenih analiza varijanse može se konstatovati da postoje značajne i vrlo značajne razlike između vrednosti svih ispitivanih osobina (izuzev broja zrna u klasu) kod sorti PKB Talas, BG Merkur i PKB Lepoklasa. Ove sorte razlikuju se očigledno po vrednostima osobina.

Takođe se može zaključiti da vrednosti svih osobina zavise od godine proizvodnje i da se vrlo značajno razlikuju između 2008/09. i 2009/10. godine.

Konačno analiza varijanse je pokazala da između kategorija semena, odnosno elite, originala i prve sortne reprodukcije postoje značajne i vrlo značajne razlike koje se uočavaju kod vrednosti svih osobina, izuzev apsolutne mase zrna.

Analiza varijanse je primenjena u brojnim radovima u kojima su ocenjivane osobine pšenice.

Knežević et al. (2006) su u ispitivanju F_2 hibrida pšenice dobijenih u dialelnom ukrštanju četiri sorte pšenice dobili značajne razlike između srednjih vrednosti mase zrna po klasu. Varijanse opštih i posebnih kombinacionih sposobnosti (OKS, PKS) su bile visoko značajne sa preovlađujućim efektom OKS što ukazuje da preovladava aditivni efekat gena u ispoljavanju genetičke varijabilnosti ispitivanog svojstva.

Perišić et al. (2011) dobili su da je pri nasleđivanju broja zrna primarnog klasa u F_1 generaciji kod najvećeg broja kombinacija ukrštanja ispoljena superdominacija boljeg roditelja. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za broj zrna u klasu pokazala je da su varijabilnosti usled OKS i PKS ispoljile visoko značajne razlike, pri čemu su vrednosti OKS izrazito veće, tako da najvažniju ulogu u kontroli nasleđivanja ove osobine imaju geni sa aditivnim delovanjem.

Rezultati analize varijanse koje su dobili različiti autori ne mogu se međusobno porediti, kao ni sa rezultatima dobijenim u ovoj disertaciji, jer je svaki autor ispitivao specifične tretmane i materijal.

➤ **6.2. Srednje vrednosti osobina (fenotip)**

Srednje vrednosti ispitivanih osobina prikazane su u tabelama 10, 11, 12, 13, i 14. U svakoj datoj tabeli prikazane su srednje vrednosti ispitivanih osobina pšenice po određenim faktorima posmatranja i to kako osnovnim (sorta, godina, kategorija semena) tako i njihovim kombinacijama, kako bi se jasno uočile vrednosti osobina u interakcijama.

U tabeli 10 prikazane su prosečne vrednosti ispitivanih osobina: broj izdanaka, broj klasića u klasu, broj zrna u klasu, apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu. Vrednosti su prikazane za tri ispitivane sorte pšenice, po kategorijama semena, i po godinama.

Broj izdanaka je najveći (3,41) kod sorti PKB Talas i BG Merkur za kategoriju semena original u 2010. godini. Najmanju zabeleženu vrednost (2,93) ova osobina imala je kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena original u 2009. godini.

Broj klasića u klasu bio je najveći (23,05) kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita u 2010. godini. Najmanju zabeleženu vrednost (20,59) ova osobina imala je kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena original u 2009. godini.

Broj zrna u klasu bio je najveći (76,92) kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita u 2010. godini. Najmanju zabeleženu vrednost (64,39) ova osobina imala je kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena original u 2009. godini.

Tabela 10. Srednje vrednosti ispitivanih osobina pšenice koje prikazuju interakciju sorte, kategorije semena i godine izvođenja poljskih oglada.

Sorta	Kategorija	God.	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsol. masa zrna (g)	Masa zrna u klasu (g)
PKB Talas	Elita	2009	3,20	22,34	70,15	39,22	2,75
		2010	3,39	22,55	74,41	40,92	3,05
	Original	2009	3,14	20,82	65,64	40,21	2,64
		2010	3,41	21,63	68,60	41,14	2,82
	I SR	2009	3,08	20,99	66,51	39,49	2,63
		2010	3,32	21,65	70,02	41,24	2,89
BG Merkur	Elita	2009	3,05	21,11	67,05	38,36	2,57
		2010	3,14	21,25	67,69	39,03	2,64
	Original	2009	2,95	21,11	69,02	38,07	2,63
		2010	3,41	21,86	72,13	39,44	2,84
	I SR	2009	2,98	20,95	67,68	38,03	2,57
		2010	3,14	21,24	69,45	38,86	2,70
PKB Lepoklasa	Elita	2009	3,04	21,25	68,58	45,69	3,13
		2010	3,34	23,05	76,92	46,70	3,59
	Original	2009	2,93	20,59	64,39	43,85	2,82
		2010	3,24	21,78	73,04	46,91	3,43
	I SR	2009	2,95	20,83	65,84	43,14	2,84
		2010	3,19	21,37	71,10	45,03	3,20

I SR - prva sortna reprodukcija

Apsolutna masa zrna bila je najveća (46,91 g) kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena original u 2010. godini. Najmanju vrednost ove osobine (38,03 g) imala je sorta BG Merkur za kategoriju semena prva sortna reprodukcija u 2009. godini.

Masa zrna u klasu bila je najveća (3,59 g) kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita u 2010. godini. Najmanju vrednost ove osobine (2,57 g) imala je sorta BG Merkur za dve kategorije semena (elita i prva sortna reprodukcija) u 2009. godini.

U tabeli 11 prikazane su vrednosti pet ispitivanih osobina pšenice, za sve tri ispitivane sorte, po godinama ispitivanja, kao i prosečno za obe godine ispitivanja.

Tabela 11. Srednje vrednosti ispitivanih osobina pšenice, koje prikazuju interakciju sorte i godine

Sorta	Godina	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna (g)	Masa zrna u klasu (g)
PKB Talas	2009	3,14	21,38	67,43	39,64	2,67
	2010	3,37	21,94	71,01	41,10	2,92
	\bar{X}	3,26	21,66	69,22	40,37	2,80
BG Merkur	2009	2,99	21,06	67,92	38,15	2,59
	2010	3,23	21,45	69,76	39,11	2,73
	\bar{X}	3,11	21,25	68,84	38,64	2,66
PKB Lepoklasa	2009	2,97	20,89	66,27	44,23	2,93
	2010	3,26	22,07	73,69	46,21	3,41
	\bar{X}	3,12	21,48	69,98	45,22	3,17

Broj izdanaka je bio najveći (3,37) kod sorte PKB Talas u 2010. godini. Najmanja vrednost ove osobine (2,97) zabeležena je kod sorte PKB Lepoklasa u 2009. godini.

Najveća prosečna vrednost broja izdanaka (3,26) zabeležena je za sortu PKB Talas, u odnosu na obe godine ispitivanja. Najmanju prosečnu vrednost za ovu osobinu (3,11) imala je sorta BG Merkur.

Broj klasića u klasu je bio najveći (22,07) kod sorte PKB Lepoklasa u 2010. godini. Najmanja vrednost ove osobine (20,89) zabeležena je kod sorte PKB Lepoklasa u 2009. godini.

Broj klasića u klasu imao je najveću prosečnu vrednost (21,66) kod sorte PKB Talas uzimajući u obzir obe ispitivane godine. Sorta BG Merkur sa prosečnom vrednošću (21,25) imala je najmanju vrednost za posmatranu osobinu.

Broj zrna u klasu je bio najveći (73,69) kod sorte PKB Lepoklasa u 2010. godini. Najmanja vrednost ove osobine (66,27) zabeležena je takođe, kod sorte PKB Lepoklasa u 2009. godini.

Sotra PKB Lepoklasa za osobinu broj zrna u klasu za obe ispitivane godine imala je najveću prosečnu vrednost (69,98), dok je sorta PKB Talas imala nešto nižu vrednost (69,22). Najmanju prosečnu vrednost ove osobine za obe godine (68,84) imala je sorta BG Merkur.

Apsolutna masa zrna bila je najveća (46,21 g) kod sorte PKB Lepoklasa u 2010. godini. Najmanju vrednost ove osobine (38,15 g) imala je sorta BG Merkur u 2009. godini.

Prosečna vrednost apsolutne mase zrna bila je najveća (45,22 g) kod sorte PKB Lepoklasa, a najmanja (38,64 g) kod sorte BG Merkur.

Masa zrna u klasu bila je najveća (3,41 g) kod sorte PKB Lepoklasa u 2010. godini. Najmanju vrednost ove osobine (2,59 g) imala je sorta BG Merkur u 2009. godini.

Prosečna vrednost mase zrna u klasu bila je najveća (3,17 g) kod sorte PKB Lepoklasa, a najmanja (2,66 g) kod sorte BG Merkur.

Na osnovu svega navedenog, uočava se da je sorta PKB Talas prosečno za obe godine imala najveće vrednosti za osobine: broj izdanaka i broj klasića u klasu, dok je sorta PKB Lepoklasa imala najveće prosečne vrednosti za ostale ispitivane osobine: broj zrna u klasu, apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu.

Sorta PKB Talas ima veću sposobnost bokorenja (3,26) od ostalih sorti u istim uslovima što je dobra predispozicija da formira veći broj fertilnih klasova a samim tim i veći broj zrna, kao i veći prinos zrna. Međutim, ova predispozicija nije i sigurna prednost sorte PKB Talas u odnosu na druge sorte, jer se kod drugih sorti može razviti manji broj krupnijih klasova sa većim brojem klasića i zrna. Na osnovu rezultata uočava se da za osobinu broj klasića u klasu to se nije desilo kod drugih sorti, odnosno da sorta PKB Talas ima i klasove sa najvećim brojem klasića u klasu (21,66). Međutim, kada se pogledaju druge osobine uočava se da PKB Talas nema bolje klasove po broju zrna i po masi zrna. Može se zaključiti da su druge sorte kompenzovale svoje slabije bokorenje sa krupnijim klasovima, ozrnjenijim i rodnijim po masi zrna u klasu, a zato je u

oplemenjivanju i semenarstvu pšenice bitno poznavati osim srednjih vrednosti i korelacije osobina.

U tabeli 12 prikazane su vrednosti pet osobina pšenice, za ispitivane sorte po kategorijama semena. Ova i sve predhodne tabele o srednjim vrednostima ukazuju na fenotipske promene do kojih dolazi kod sorti pšenice pri sortnoj reprodukciji i pri proizvodnji u različitim godinama.

Tabela 12. Srednje vrednosti ispitivanih osobina pšenice, koje prikazuju interakciju sorte i kategorije semena

Sorta	Kategorija	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna (g)	Masa zrna u klasu (g)
PKB Talas	Elita	3,30	22,44	72,28	40,07	2,90
	Original	3,28	21,22	67,12	40,68	2,73
	I SR	3,20	21,32	68,27	40,37	2,76
BG Merkur	Elita	3,10	21,18	67,37	38,70	2,61
	Original	3,18	21,49	70,58	38,76	2,74
	I SR	3,06	21,10	68,57	38,45	2,64
PKB Lepoklasa	Elita	3,19	22,15	72,75	46,22	3,36
	Original	3,09	21,19	68,72	45,48	3,13
	I SR	3,07	21,10	68,47	44,09	3,02

I SR- prva sortna reprodukcija

Najveću prosečnu vrednost broja izdanaka (3,30) za obe ispitivane godine imala je sorta PKB Talas za kategoriju semena elita, a visoku vrednost (3,28) imala je ista sorta za kategoriju semena original. Najmanju prosečnu vrednost (3,06) broja izdanaka imala je sorta BG Merkur za kategoriju semena prva sortna reprodukcija. Takođe nisku prosečnu vrednost (3,07) imala je sorta PKB Lepoklasa za kategoriju semena prva sortna reprodukcija.

Najveću prosečnu vrednost broja klasića u klasu za obe ispitivane godine (22,44) imala je sorta PKB Talas za kategoriju semena elita. Visoku vrednost za ovu osobinu (22,15) imala je takođe, sorta PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita. Najmanju

prosečnu vrednost broja klasića u klasu za obe godine imale su sorte BG Merkur (21,10) i PKB Lepoklasa (21,10) za kategoriju semena prva sortna reprodukcija.

Najveća prosečna vrednost broja zrna u klasu za obe godine ispitivanja (72,75) zabeležena je kod sorte PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita. Sorta PKB Talas je takođe imala visoku prosečnu vrednost ove osobine (72,28) za kategoriju semena elita. Najmanja prosečna vrednost za osobinu broj zrna u klasu (67,12) zabeležena je kod sorte PKB Talas za kategoriju semena original, a niska prosečna vrednost za posmatranu osobinu (67,37) zabeležena je i kod sorte BG Merkur za kategoriju semena elita.

Najveću prosečnu vrednost (46,22 g) apsolutne mase zrna za obe godine ispitivanja imala je sorta PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita, a najmanju (38,45g) sorta BG Merkur za kategoriju semena prva sortna reprodukcija.

Najveću prosečnu vrednost mase zrna u klasu za obe ispitivane godine (3,36 g) imala je sorta PKB Lepoklasa za kategoriju semena elita. Visoke prosečne vrednosti za ovu osobinu (3,13 g i 3,02 g) PKB Lepoklasa je imala i za ostale dve ispitivane kategorije semena. Najmanju prosečnu vrednost ove osobine (2,61 g) za obe ispitivane godine imala je sorta BG Merkur za kategoriju semena elita, a niska vrednost (2,64 g) zabeležena je kod iste sorte za kategoriju semena prva sortna reprodukcija.

U tabeli 13 prikazane su vrednosti pet ispitivanih osobina sorti pšenice po kategorijama semena za godine ispitivanja, kao i prosečno za obe godine.

Tabela 13. Srednje vrednosti ispitivanih osobina pšenice, koje prikazuju interakciju kategorije semena i godine

Kategorija	Godina	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna (g)	Masa zrna u klasu (g)
Elita	2009	3,10	21,57	68,59	41,09	2,82
	2010	3,29	22,28	73,01	42,22	3,09
	\bar{X}	3,20	21,92	70,81	41,66	2,96
Original	2009	3,01	20,84	66,35	40,71	2,70
	2010	3,35	21,76	71,26	42,50	3,03
	\bar{X}	3,18	21,30	68,81	41,61	2,87
I SR	2009	3,00	20,92	66,68	40,22	2,68
	2010	3,22	21,42	70,19	41,71	2,93
	\bar{X}	3,11	21,17	68,43	40,97	2,81

Za ispitivanu osobinu broj izdanaka zabeležena je najveća vrednost (3,35) kod kategorije semena original u 2010. godini. Najmanja vrednost ove osobine (3,00) zabeležena je kod kategorije semena prva sortna reprodukcija u 2009. godini.

Broj izdanaka imao je najveću prosečnu vrednost (3,20) u kategoriji semena elita, a najnižu prosečnu vrednost (3,11) u kategoriji semena prva sortna reprodukcija.

Za osobinu broj klasića u klasu zabeležena je najveća vrednost (22,28) kod kategorije semena elita u 2010. godini. Najmanja vrednost ove osobine (20,84) zabeležena je kod kategorije semena original u 2009. godini.

Broj klasića u klasu imao je najveću prosečnu vrednost (21,92) u kategoriji semena elita, a najmanju prosečnu vrednost (21,17) u kategoriji semena prva sortna reprodukcija.

Za osobinu broj zrna u klasu zabeležena je najveća vrednost (73,01) kod kategorije semena elita u 2010. godini. Najmanja vrednost ove osobine (66,35) zabeležena je kod kategorije semena original u 2009. godini.

Broj zrna u klasu imao je najveću prosečnu vrednost (70,81) kod kategorije semena elita, dok je najmanju vrednost (68,43) imao kod kategorije semena prva sortna reprodukcija.

Za osobinu apsolutna masa zrna najveća vrednost (42,50 g) zabeležena je kod kategorije semena original u 2010. godini, a najmanja vrednost (40,22 g) kod kategorije semena prva sortna reprodukcija u 2009. godini.

Apsolutna masa zrna imala je najveću prosečnu vrednost (41,66 g) kod kategorije semena elita, i najmanju prosečnu vrednost (40,97 g) kod kategorije semena prva sortna reprodukcija.

Za osobinu masa zrna u klasu najveća vrednost (3,09 g) zabeležena je kod kategorije semena elita u 2010. godini. Najmanja vrednost (2,68 g) kod kategorije semena prva sortna reprodukcija u 2009. godini.

Masa zrna u klasu imala je najveću prosečnu vrednost (2,96 g) kod kategorije semena elita, a najmanju prosečnu vrednost (2,81 g) kod kategorije semena prva sortna reprodukcija.

Na osnovu prethodno navedenih opažanja može se konstatovati da su sve ispitivane osobine ispoljile najveće prosečne vrednosti za obe godine kod kategorije semena elita.

Biljke koje se obrazuju u kategoriji semena elita imaju najveći broj klasića u klasu. Taj najveći broj klasića se u kategoriji elita razvija na klasovima dužim nego kod ostalih kategorija semena. Biljke u kategoriji elita imaju potencijal za formiranje većeg broja zrna nego biljke u ostalim kategorijama.

Takođe, se može konstatovati da biljke u prvoj sortnoj reprodukciji imaju najmanji broj zrna i najsitnija zrna, što je logično jer se ova kategorija semena proizvodi u najvećoj gustini.

U tabeli 14 prikazane su vrednosti pet ispitivanih osobina sorata pšenice po godinama, kao i prosečno za obe ispitivane godine.

Tabela 14. Srednje vrednosti ispitivanih osobina pšenice u odnosu na godinu ispitivanja

Godina	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna (g)	Masa zrna u klasu (g)
2009	3,03	21,11	67,21	40,67	2,73
2010	3,29	21,82	71,48	42,14	3,02
\bar{X}	3,16	21,46	69,35	41,41	2,87

Upoređujući obe godine možemo zaključiti da su sve ispitivane osobine imale veće vrednosti u 2010., odnosno drugoj godini ispitivanja. U drugoj godini izvođenja ogleđa bilo je jače izraženo bokorenje, formiran je veći broj klasića, veći broj zrna, veća apsolutna masa zrna i veća masa zrna u klasu. Sagledavajući generalno prvu i drugu godinu izvođenja ogleđa možemo zaključiti da je druga godina bila pogodnija za proizvodnju pšenice, jer je palo za 250 mm više padavina tokom vegetacionog perioda u odnosu na prvu godinu izvođenja ogleđa, a prosečne temperature su pritom bile niže.

Ovako dobijeni rezultat ukazuje da vrednosti osobina pšenice pri semenskoj proizvodnji zavise od izbora sorte, kategorije semenskog useva i agroekoloških uslova. Manipulisanjem ovim faktorima i njihovom kontrolom mogu se popraviti vrednosti osobina semenskih useva.

Srednje vrednosti osobina su koristili brojni autori za ocenjivanje osobina pšenice.

Roljević et al. (2011) u svom radu konstatuju da je značajno analizirati vrednost osobina kod biljnih genetičkih resursa pšenice, posebno jer to omogućuje razvoj baze podataka i unapređuje naučna istraživanja.

Prodanović et al. (2009) u istraživanjima došli su do rezultata da su najmanje vrednosti za osobine masa zrna po klasu i broj zrna po klasu imale individualne biljke sorte pšenice NS 565, koja je imala najveći prinos zrna. S druge strane, sorta Tina je imala visoke vrednosti za broj zrna po klasu kod individualnih biljaka, iako je obrazovala najmanji prinos zrna. Autori smatraju da je od brojnih kvantitativnih osobina pšenice posebno značajno proučavati broj zrna u klasu, masu zrna u klasu i prinos zrna. Njihovi rezultati pokazuju da je broj klasova po hektaru ključni parametar za postizanje visokih prinosa zrna po hektaru.

Prodanović et al. (2006) su u posebnom radu ocenjivali vrednosti osobina savremenih evropskih sorata pšenice prema uputstvima UPOV - a (International Union for the Protection of new Varieties of Plants) za osobine koje su navedene u deskriptoru pšenice. Kao materijal koristili su osnovnu kolekciju koja se sastojala se od 500 sorti pšenice, od kojih je u radu opisano 55 sorti za 12 osobina.

Navedni radovi imaju sličan karakter kao istraživanja srednjih vrednosti osobina u ovoj disertaciji, a sugerišu da u nastavku istraživanja treba uzeti u obzir i neke dodatne osobine pšenice.

➤ **6.3. Varijabilnost osobina (fenotipske promene)**

Podaci o srednjim vrednostima osobina iz predhodnog potpoglavlja nisu potpuni ako ih ne prate informacije o varijabilnosti.

U tabeli 15 prikazani su pokazatelji varijabilnosti: maksimum, minimum, interval variranja, varijansa (V) i koeficijent varijacije (Cv %) za sve ispitivane osobine (broj izdanaka, broj klasića u klasu, broj zrna u klasu, apsolutna masa zrna, i masa zrna u klasu) kod ispitivanih sorti pšenice. Podaci o varijabilnosti dobijeni su na osnovu analize 1800 podataka po sorti.

Vrednosti varijabilnosti su značajne, za oplemenjivače i semenare pšenice jer ukazuju na promenljivost fenotipa do koga dolazi pod uticajem ekoloških faktora, a eventualno i pod uticajem genetičkih promena tokom sortne reprodukcije.

Tabela 15. Varijabilnost ispitivanih osobina sorti pšenice

Sorta	Pokazatelj	Osobina				
		Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna (g)	Masa zrna u klasu (g)
PKB Talas	Max	5	25	89	56,89	4,06
	Min	2	17	50	27,19	1,66
	Iv	3	8	39	29,71	2,40
	V	0,49	4,24	53,73	6,95	0,12
	Cv (%)	21,55	9,50	10,59	6,53	12,17
BG Merkur	Max	4	25	93	61,11	3,98
	Min	2	17	49	26,82	1,57
	Iv	2	8	44	34,29	2,41
	V	0,55	3,56	78,83	9,18	0,14
	Cv (%)	23,79	8,87	12,90	7,83	14,21
PKB Lepoklasa	Max	4	27	90	53,28	4,31
	Min	2	17	48	30,26	1,72
	Iv	2	10	42	23,02	2,59
	V	0,54	4,10	72,34	7,17	0,22
	Cv (%)	23,68	9,43	12,15	5,92	14,69

Max – maksimalna vrednost; Min – minimalna vrednost; Iv – interval variranja;

V – varijansa; Cv – koeficijent varijacije.

Na osnovu podataka u tabeli 15 može se konstatovati da je za osobinu broj izdanaka zabeležena najveća maksimalna vrednost (5) kod sorte PKB Talas. Minimalna vrednost bila je ista (2) kod svih sorti. Najveći interval variranja (3) za ovu osobinu uočen je kod sorte PKB Talas, a najmanji (2) kod sorti BG Merkur i PKB Lepoklasa. Najveći koeficijent varijacije (23,79 %) imala je sorta BG Merkur, a najmanji (21,55 %) sorta PKB Talas.

Za osobinu broj klasića u klasu najveća maksimalna vrednost (27) zabeležena je kod sorte PKB Lepoklasa. Minimalna vrednost bila je ista (17) kod svih sorti. Najveći interval variranja za ovu osobinu (10) zabeležen je kod sorte PKB Lepoklasa, a najmanji (8) kod sorti PKB Talas i BG Merkur. Sorta PKB Talas imala je najveći Cv (9,50 %) za osobinu broj klasića u klasu, a sorta BG Merkur je imala najmanji Cv (8,87 %).

Sorta BG Merkur imala je najveću maksimalnu vrednost (93) broja zrna u klasu. Najmanju minimalnu vrednost (48) imala je sorta PKB Lepoklasa. Najveći interval variranja (44) za ovu osobinu zabeležen je kod sorte BG Merkur, a najmanji (39) kod sorte PKB Talas.

Sorta BG Merkur imala je najveći Cv (12,90 %) za osobinu broj zrna u klasu, a sorta PKB Talas je imala najmanju vrednost Cv (10,59 %).

Sorta BG Merkur imala je najveću maksimalnu vrednost (61,11 g) apsolutne mase zrna. Najmanju minimalnu vrednost (26,82 g) imala je sorta BG Merkur. Najveći interval variranja (34,29 g) za ovu osobinu zabeležen je kod sorte BG Merkur, a najmanji (23,02 g) kod sorte PKB Lepoklasa.

Sorta BG Merkur imala je najveći Cv (7,83 %) za osobinu apsolutna masa zrna, a najmanju vrednost Cv (5,92 %) imala je sorta PKB Lepoklasa.

Sorta PKB Lepoklasa imala je najveću maksimalnu vrednost (4,31 g) mase zrna u klasu. Najmanju vrednost (1,57 g) ove osobine imala je sorta BG Merkur. Najveći interval variranja (2,59 g) za ovu osobinu zabeležen je kod sorte PKB Lepoklasa, a najmanji (2,40 g) kod sorte PKB Talas.

Sorta PKB Lepoklasa imala je najveći Cv (14,69 %) za ovu osobinu, a najmanji Cv (12,17 %) sorta PKB Talas.

Sorta PKB Talas u poređenju sa ostalim ispitivanim sortama pšenice imala je najniže vrednosti Cv za tri ispitivane osobine: broj izdanaka, broj zrna u klasu i masa

zrna u klasu. Ovaj rezultat ukazuje da je sorta PKB Talas stabilnija po većini osobina od ostalih ispitivanih sorti.

Sorta BG Merkur u poređenju sa ostalim ispitivanim sortama pšenice imala je najveće vrednosti Cv za tri ispitivane osobine: broj izdanaka, broj zrna u klasu i apsolutna masa zrna. Ovaj rezultat ukazuje na veliku fenotipsku promenljivost sorte BG Merkur.

Sorta PKB Lepoklasa u poređenju sa ostalim ispitivanim sortama pšenice imala je najnižu vrednost Cv za osobinu apsolutna masa zrna i najvišu vrednost Cv za masu zrna u klasu. Ovaj rezultat ne ističe sortu PKB Lepoklasa niti kao posebno stabilnu niti kao posebno promenljivu, već samo ukazuje na specifičnost njenih fenotipskih promena u odnosu na druge ispitivane sorte.

U nekoliko savremenih radova autori su koristili različite parametre varijabilnosti za ocenjivanje karakteristika genotipova ili efekata primene određenih tretmana kod pšenice.

Glamočlija et al. (2011) dobili su kao rezultat sopstvenih istraživanja da genotipovi ječma reaguju na povećane količine azota promenom morfoloških i bioloških osobina, kao i promenama tehnološke vrednosti semena. Efekti upotrebljenog azota značajno zavise od rasporeda padavina u periodima najveće potrošnje vode.

Luković et al. (2006) dobili su uporednom analizom morfoloških svojstava klasa da između tetraploidnih ($2n = 4x = 28$) i heksaploidnih ($2n = 6x = 42$) formi pšenica postoje značajne razlike u pogledu dužine klasa, mase zrna / klasu i indeksa klasa. Za većinu analiziranih parametara unutar grupa tetraploidnih i heksaploidnih pšenica ustanovili su visokoznačajnu genotipsku varijabilnost. Za indeks klasa kod genotipova tetraploidnih pšenica dobili su najveću razliku između genotipskog (GCV) i fenotipskog (PCV) koeficijenta varijacije, kao i najmanji GCV (6,4 %). Najmanji uticaj ekološke varijabilnosti kod tetraploidnih genotipova pšenice dobili su za svojstva: dužinu i težinu klasa i broj klasića / klasu. Kod genotipova heksaploidne pšenice svojstva: indeks klasa i broj klasića / klasu su u manjoj meri bila pod uticajem genetičke varijabilnosti (GCV = 4,0 %, 2,0 %).

Dimitrijević et al. (2001) utvrdili su da promena u visini stabljike nije praćena značajnom varijacijom mase zrna po klasu kod različitih grupa pšenice (prema stepenu ploidnosti, prema kultivisanosti i po poreklu).

Trkulja et al. (2011) detektovali su QTL primenom markera u blizini lokusa *Xgwm261* pomoću kog su objasnili od 20,2 % do 30,7 % fenotipske varijabilnosti za osobinu vreme klasanja i od 13,6 % do 28,8 % za osobinu vreme cvetanja.

Dobijene vrednosti parametara varijabilnosti iz različitih radova se ne mogu koristiti za direktna poređenja sa varijabilnošću osobina genotipova ispitivanih u ovom radu, jer svaki genotip ima svoje specifičnosti.

➤ 6.4. Korelaciona i regresiona analiza

Korelaciona i regresiona analiza urađena je za svaku od tri ispitivane sorte pšenice pri čemu su u odnos stavljanje sve osobine. Koeficijenti prostih korelacija (r) prikazani su u tabelama 16, 17 i 18.

Korelaciona analiza prikazuje intenzitet zavisnosti (povezanosti) ispitivanih osobina. Sa genetičkog stanovišta, korelacija ukazuje na pojavu vezanosti gena, ili na pojavu plejotropnih genskih efekata. Vezanost gena odnosi se na njihov položaj na istom hromozomu, a plejotropija se javlja kada 1 gen reguliše ekspresiju više osobina.

Regresiona analiza urađena je samo kao dopuna korelaciji i prikazana je kroz grafike na kojima se vidi odnos ispitivanih zavisnih i nezavisnih osobina. U radu su prikazane regresione linije samo za osobine koje su međusobno visoko zavisne. Osim linija regresije na grafikonima se vide i tačke distribucije za vrednosti tih osobina kod ispitivanih biljaka.

Korelaciona i regresiona analiza urađena je pomoću programa Statistica for Windows 8.0.

Za vrednovanje intenziteta prostih koeficijenata korelacije primenjivana je sledeća skala (Šurlan – Momirović et al., 2005):

0,00 – 0,10 odsutna korelacija

0,11 – 0,40 slaba korelacija

0,41 – 0,60 srednja korelacija

0,61 – 0,90 jaka korelacija

0,91 – 1,00 potpuna korelacija

Kao što je napomenuto korelacija je posmatrana zasebno za svaku sortu. Korelacija je određena na dva načina, prvi na osnovu prosečnih vrednosti dobijenih

agregiranjem podataka, tako da je uzeto u obzir samo 18 vrednosti (3 sorte x 2 godine x 3 semenske kategorije), a drugi za sve podatke o svih 1800 biljaka iste sorte.

U tabeli 16 prikazani su koeficijenti korelacija (r) za ispitivane osobine sorte pšenice PKB Talas.

Tabela 16. Koeficijenti korelacija (r) osobina za agregirane podatke (iznad dijagonale) i za sve podatke (ispod dijagonale) kod sorte PKB Talas

	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna	Masa zrna u klasu
Broj izdanaka	1,00	0,59	0,62	0,54	0,71
Broj klasića u klasu	0,53	1,00	0,91	0,12	0,77
Broj zrna u klasu	0,49	0,90	1,00	0,30	0,92
Apsolutna masa zrna	-0,01	-0,04	-0,04	1,00	0,65
Masa zrna u klasu	0,42	0,76	0,85	0,50	1,00

Koeficijenti korelacija zasnovani na agregiranim podacima bili su samo pozitivni, dok su oni zasnovani na svim podacima imali pozitivne i negativne vrednosti.

Jake i potpune korelacije za agregirane podatke kod sorte PKB Talas utvrđene su između sledećih osobina: broj izdanaka i broj zrna u klasu (0,62), broj izdanaka i masa zrna u klasu (0,71), broj klasića u klasu i broj zrna u klasu (0,91), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu (0,77), broj zrna u klasu i masa zrna u klasu (0,92), apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu (0,65).

Kod sorte PKB Talas nisu utvrđene potpune korelacije za sve podatke, ali su nađene jake korelacije između sledećih osobina: broj klasića u klasu i broj zrna u klasu (0,90), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu (0,76), broj zrna u klasu i masa zrna u klasu (0,85).

Dobijeni rezultati pokazuju da način postavke podataka za izračunavanje korelacija utiče na dobijene vrednosti korelacija i da se te vrednosti mogu bitno razlikovati. Korelacije izračunate na bazi agregiranih podataka su veće nego na bazi svih podataka.

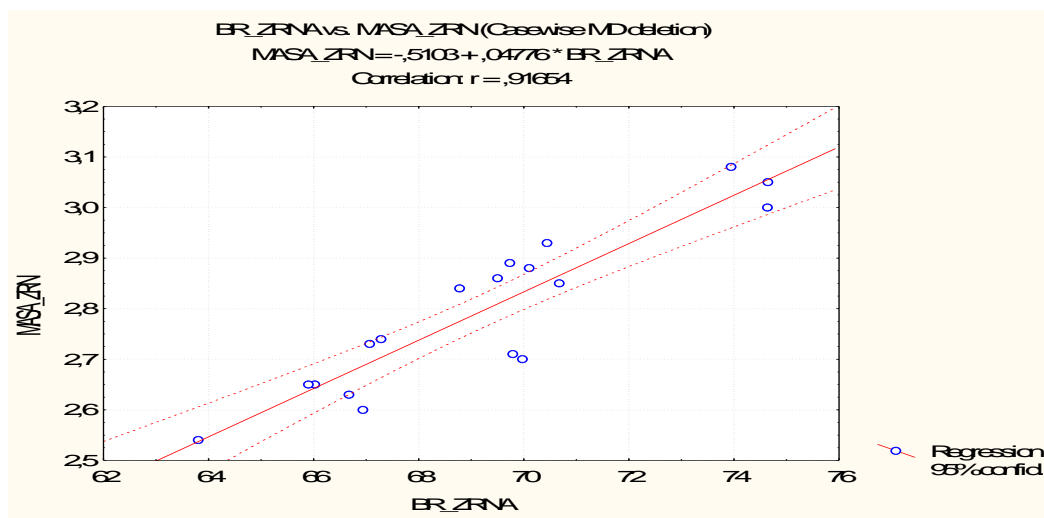
Odstupanja su veća između koeficijenata korelacije izračunatih na jedan ili na drugi način naročito kod osobina koje diskontinuirano variraju, a to se posebno odnosi na korelacije između broja izdanaka i drugih osobina.

Biljke mogu imati vrednost broja izdanaka 1, 2, 3 ili 4, dok agregirani podaci za ovu osobinu mogu imati ma koju kontinuiranu vrednost.

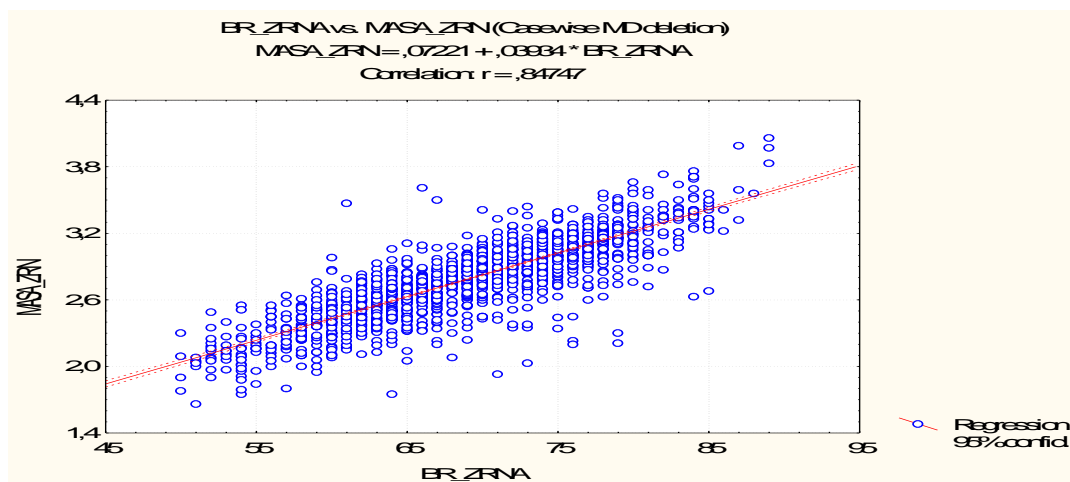
Odstupanja između koeficijenata korelacije kod drugih osobina nisu toliko istaknuta jer nema bitnih promena vrednosti kada se posmatraju podaci o individualnim biljkama i agregirani podaci.

Regresionim linijama prikazani su oblici zavisnosti (Graf. 2 i 3) između osobina sorte PKB Talas koje su imale najveće koeficijente proste korelacije (0,92 i 0,85): broj zrna u klasu i masa zrna u klasu. Ovo je učinjeno na dva grafika, kako bi se jasno videla njihova zavisnost, zajedno sa tačkama distribucije za agregirane podatke i za sve podatke.

Regresiona linija (Graf. 3) pokazuje da se kod biljaka sorte PKB Talas sa povećanjem broja zrna u klasu za 1, povećava masa zrna u klasu za 0,039 g.



Graf. 2. Regresija između mase zrna u klasu (y) i broja zrna u klasu (x), kod sorte PKB Talas za agregirane podatke



Graf. 3. Regresija između mase zrna u klasu (y) i broja zrna u klasu (x), kod sorte PKB Talas za sve podatke

U tabeli 17. prikazani su prosti koeficijenti korelacija (r) između ispitivanih osobina kod sorte pšenice BG Merkur.

Tabela 17. Koeficijenti korelacija (r) osobina za agregirane podatke (iznad dijagonale) i za sve podatke (ispod dijagonale) kod sorte BG Merkur

	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna	Masa zrna u klasu
Broj izdanaka	1,00	0,74	0,49	0,78	0,84
Broj klasića u klasu	0,43	1,00	0,79	0,56	0,91
Broj zrna u klasu	0,35	0,82	1,00	0,11	0,78
Apsolutna masa zrna	0,05	-0,03	-0,11	1,00	0,71
Masa zrna u klasu	0,35	0,73	0,85	0,43	1,00

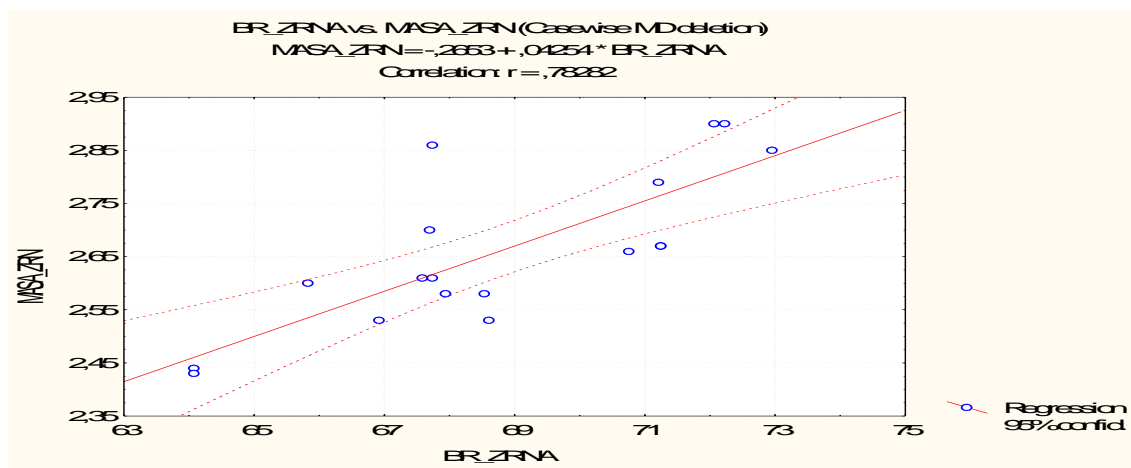
Jaka i potpuna korelacija kod sorte BG Merkur utvrđena je za agregirane podatke između sledećih osobina: broj izdanaka i broj klasića u klasu (0,74), broj izdanaka i apsolutna masa zrna (0,78) broj izdanaka i masa zrna u klasu (0,84), broj klasića u klasu i broj zrna u klasu (0,79), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu (0,91),

broj zrna u klasu i masa zrna u klasu (0,78), apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu (0,71).

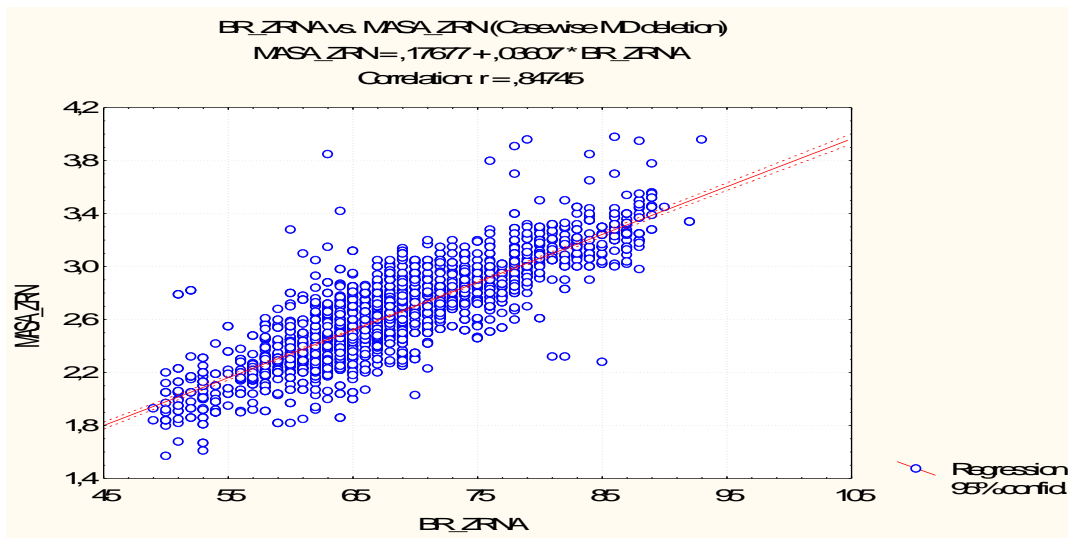
Jaka korelacija za sortu BG Merkur utvrđena je za sve podatke (o svakoj biljci) između sledećih osobina: broj klasića u klasu i broj zrna u klasu (0,82), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu (0,73), i broj zrna u klasu i masa zrna u klasu (0,85).

Dobijeni rezultati kod sorte BG Merkur u skladu su sa podacima dobijenim kod sorte PKB Talas i pokazuju da su korelacije na bazi agregiranih podataka uglavnom veće nego na bazi svih podataka. Izuzetak su dva slučaja korelacije i to su vrlo male promene između: broja klasića u klasu i broja zrna u klasu ($0,79 < 0,82$) i između broja zrna u klasu i mase zrna u klasu ($0,78 < 0,85$). I kod sorte BG Merkur odstupanja između dva načina određivanja korelacija su veća kada se u korelaciju stavljaju osobine koje diskontinuirano variraju.

Kao primer regresione analize kod sorte BG Merkur, takođe je uzeta (kao kod sorte PKB Talas) zavisnost mase zrna u klasu (y) od broja zrna u klasu (x). Regresiona linija za agregirane podatke prikazana je na grafikonu 4, a za sve podatke na grafikonu 5. Uzimajući u obzir sve biljke, uočava se (Graf. 5) da se povećanjem broja zrna u klasu za 1, povećava masa zrna u klasu za 0,036 g.



Graf. 4. Regresija između mase zrna u klasu (y) i broja zrna u klasu (x), kod sorte BG Merkur za agregirane podatke



Graf. 5. Regresija između mase zrna u klasu (y) i broja zrna u klasu (x), kod sorte BG Merkur za sve podatke

U tabeli 18 prikazani su prosti koeficijenti korelacija (r) između ispitivanih osobina kod sorte pšenice PKB Lepoklasa.

Tabela 18. Koeficijenti korelacija (r) osobina za agregirane podatke (iznad dijagonale) i za sve podatke (ispod dijagonale) kod sorte PKB Lepoklasa

	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna	Masa zrna u klasu
Broj izdanaka	1,00	0,88	0,96	0,73	0,93
Broj klasića u klasu	0,14	1,00	0,93	0,63	0,87
Broj zrna u klasu	0,17	0,90	1,00	0,76	0,97
Apsolutna masa zrna	0,09	0,15	0,23	1,00	0,90
Masa zrna u klasu	0,17	0,80	0,92	0,59	1,00

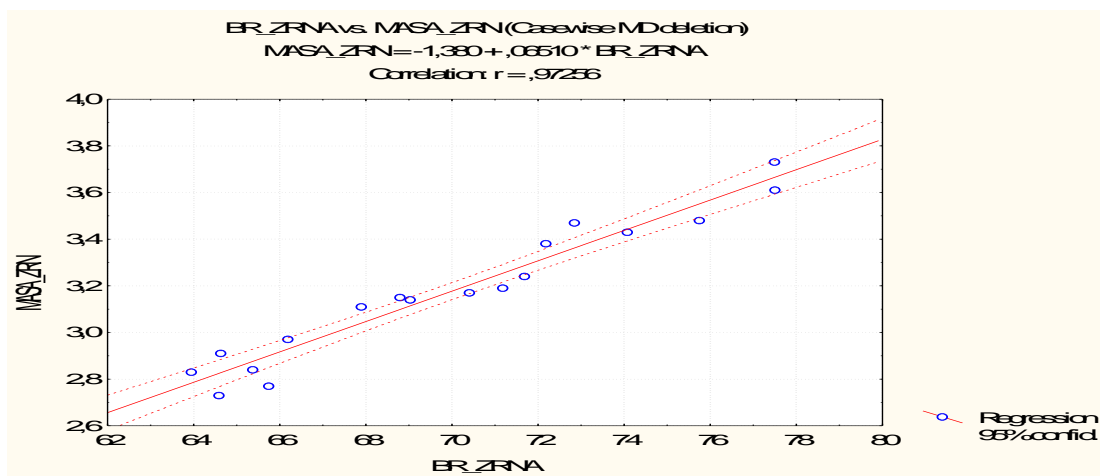
Jaka i potpuna korelacija kod sorte PKB Lepoklasa utvrđena je za agregirane vrednosti između sledećih osobina: broj izdanaka i broj klasića u klasu (0,88), broj izdanaka i broj zrna u klasu (0,96), broj izdanaka i apsolutna masa zrna (0,73) broj izdanaka i masa zrna u klasu (0,93), broj klasića u klasu i broj zrna u klasu (0,93), broj

klasića u klasu i apsolutna masa zrna (0,63), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu (0,87), broj zrna u klasu i apsolutna masa zrna (0,76), broj zrna u klasu i masa zrna u klasu (0,97), apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu (0,90).

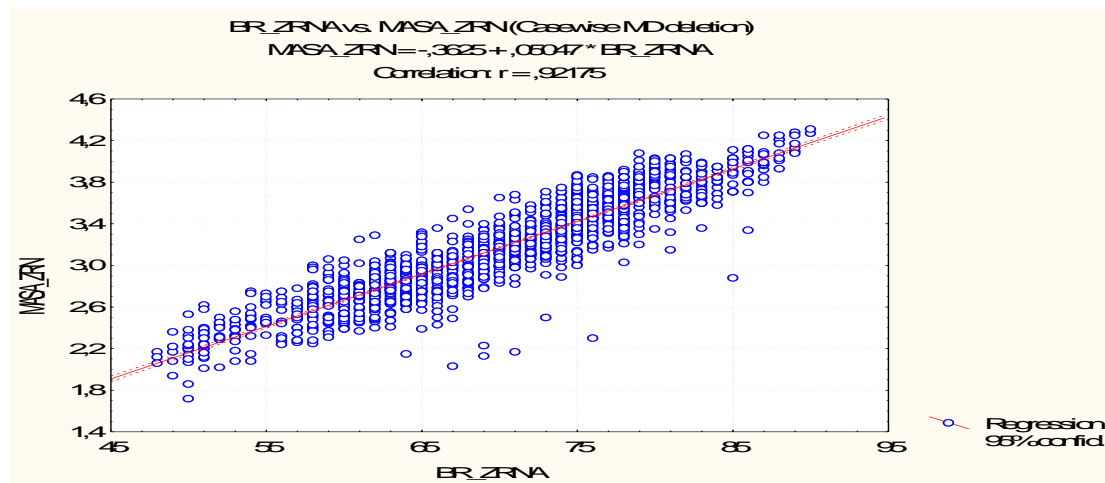
Jaka i potpuna korelacija za sortu PKB Lepoklasa utvrđena je za sve podatke (o svakoj biljci) između sledećih osobina: broj klasića u klasu i broj zrna u klasu (0,90), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu (0,80) i broj zrna u klasu i masa zrna u klasu (0,92).

Svih deset poređenja pokazuju da je korelacija veća kada se izračunava na osnovu agregiranih vrednosti nego na osnovu svih vrednosti i to između osobina: broj izdanaka i broj klasića u klasu ($0,88 > 0,14$), broj izdanaka i broj zrna u klasu ($0,96 > 0,17$), broj izdanaka i apsolutna masa zrna ($0,73 > 0,09$), broj izdanaka i masa zrna u klasu ($0,93 > 0,17$), broj klasića u klasu i broj zrna u klasu ($0,93 > 0,90$), broj klasića u klasu i apsolutna masa zrna ($0,63 > 0,15$), broj klasića u klasu i masa zrna u klasu ($0,87 > 0,80$), broj zrna u klasu i apsolutna masa zrna ($0,76 > 0,23$), broj zrna u klasu i masa zrna u klasu ($0,97 > 0,92$) i apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu ($0,90 > 0,59$).

Za primer regresione linije kod sorte PKB Lepoklasa uzeta je ona koja pokazuje oblik zavisnosti mase zrna u klasu (y) od broja zrna u klasu (x), i to za agregirane podatke (Graf. 6) i sve podatke (Graf. 7).



Graf. 6. Regresija između mase zrna u klasu (y) i broja zrna u klasu (x), kod sorte PKB Lepoklasa za agregirane podatke



Graf. 7. Regresija između mase zrna u klasu (y) i broja zrna u klasu (x), kod sorte PKB Lepoklasa za sve podatke

Kao kod ostalih sorti, i ovde regresiona linija ima uzlazni trend. Za svako jedinično povećanje broja zrna u klasu kod biljaka PKB Lepoklase povećava se i masa zrna u klasu za 0,05 g (Graf. 7).

Na osnovu korelaciono – regresione analize osobina kod sve tri sorte mogu se uočiti neki opšti elementi. Promene korelacija između različitih sorti ne idu u istom pravcu. Neke sorte imaju izraženiju, a druge slabiju korelacionu vezu između osobina.

Ako se želi ostvariti neko selekciono povećanje vrednosti određenih osobina i odnosa između njih tada kao roditelje treba koristiti onu sortu kod koje su te osobine izraženije, a zavisnost između poželjnih osobina veća. Na primer PKB Talas ima veći broj izdanaka (3,26) i broj klasića (21,66) od drugih sorti. Ako je cilj povećanje broja klasića i jače bokorenje treba koristiti PKB Talas jer on ima i veću korelaciju između ovih osobina ($r = 0,53$) a ne sortu BG Merkur koja ima manju međuzavisnost ovih osobina ($r = 0,43$).

Od oplemenjivača i selekcionara pšenice se očekuje da iskoriste podatke iz korelaciono – regresione analize za unapređenje selekcije novih sorti i uspešniju proizvodnju semenskih useva.

Dobijene razlike između korelacija izračunatih na dva načina, ukazuju oplemenjivačima i semenarima pšenice, da pri analizi rezultata i planiranju rada, moraju obratiti pažnju na to šta su uzeli za osnov u ocenjivanju odnosa osobina. Do sada ovome

nije posvećivana veća pažnja, pa je povezanost osobina određivana bez biološke veze sa ciljem istraživanja.

Iz ovog ispitivanja, može se konstatovati i da korelacije nisu iste kod različitih sorti. To je i logično jer svaka sorta ima drugačiji genotip, i specifične gene koji se nalaze u različitim interakcijama.

Bitno opažanje iz ove analize je i da uzimajući u obzir sve tri sorte, visoke i pozitivne korelacije su nađene između broja zrna u klasu i mase zrna u klasu ($> 0,78$), između broja klasića u klasu i broja zrna u klasu ($> 0,79$) i između broja klasića u klasu i mase zrna u klasu ($> 0,73$).

Broj izdanaka je osobina koja se pri korelaciono – regresionoj analizi agregiranih podataka nalazi u najjačoj vezi sa većinom ostalih osobina. Međutim, jačina ovih veza se znatno smanjuje pri analizi svih podataka, što se može pripisati diskontinuiranoj varijabilnosti ove osobine. Navedena činjenica ukazuje selekcionarima i semenarima pšenice da moraju da obrate pažnju pri analizi podataka da li koriste osobine sa kontinuiranom ili diskontinuiranom varijabilnošću.

Odnosi između osobina pšenice bili su predmet interesovanja brojnih autora. U analizi podataka uglavnom je korišćena korelacija i regresija u cilju određivanja stepena i oblika zavisnosti osobina.

Anderson i Barclay (1991) dobili su da se obrazuju duži klasovi kada je manja gustina populacije ali da se pri tome ne povećava broj zrna po metru kvadratnom.

Prodanović et al. (1999 a) utvrdili su da u generacijama potomstva hibrida pšenice sve komponente rodnosti su u pozitivnoj korelaciji sa prinosom zrna, a najveća korelacija ($r = 0,90$ i $r = 0,73$) ispoljena je za osobinu masa zrna klasa.

Dimitrijević et al. (2001) su izračunali da korelaciona povezanost visine stabljike i mase zrna po klasu je slabija kod savremenih sorti heksaploidne pšenice nego kod divljih srodnika i tetraploidnih formi pšenice.

Petrović et al. (2000) su analizom međuzavisnih odnosa ustanovili značajne ili visoko značajne vrednosti korelacionih koeficijenata između većine svojstava koje su ispitivali (visina stabljike, dužina klasa, broj zrna po klasu, masa zrna po klasu, masa klasa, masa zrna po biljci, masa biljke, indeks klasa, žetveni indeks i odnos klas / stablo).

Nirala et al. (1997) dobili su u F₂ generaciji hibrida pšenice da je masa 1000 zrna u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa masom zrna po biljci i biološkim prinomom po biljci.

Laskin i Maslovskaja (1988) su dobili slabe korelacije između komponenti produktivnosti biljaka različitih sorti i njihovih potomstava. Niska korelacija se može objasniti niskom naslednošću osobina koje određuju produktivnost biljaka, njihovom značajnom modifikacionom promenom i adaptivnom reakcijom hibridnog potomstva na promene uslova spoljne sredine.

Chowdhury et al. (1985) su dobili visoke pozitivne korelacije između broja biljaka i prinosa zrna, visine biljke, mase zrna, žetvenog indeksa, dok je između prinosa i koeficijenta produktivnog bokorenja nađena negativna korelacija.

Rezultati drugih autora su u znatnom stepenu podudarni sa rezultatima dobijenim u ovom radu.

➤ 6.5. AMMI Analiza

Interakcija genotipa i sredine (G x E) je značajna u programima oplemenjivanja biljaka ali i kod uvođenja novog sortimenta u široku proizvodnju. Za analizu interakcije G x E u ranijem periodu uglavnom je korišćen aditivni statistički model – analiza varijanse (ANOVA). Analiza varijanse je efikasan model u podeli ukupne sume kvadrata na a) efekat genotipa; b) efekat sredine, i c) efekat G x E. Međutim, analiza varijanse ne pruža detaljan opis interakcije G x E. AMMI analizu (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Models*), danas koristi sve veći broj istraživača za opis interakcije G x E u poljskim ogledima sa gajenim biljkama u koje su uključeni spoljašnji uslovi. AMMI analiza je kompleksna statistička analiza koja se sastoji iz dve statističke procedure: 1) Analiza varijanse (ANOVA) i 2) Metod glavnih komponenti (*Principal components analysis - PCA*). AMMI analizom se preračunavaju vrednosti glavnih komponenti (Principal components 1 i 2 - PC1 i PC2) genotipova i sredina koje predstavljaju G x E interakciju.

Na osnovu AMMI analize možemo zaključiti koji genotipovi slično reaguju u različitim uslovima proizvodnje i koje sredine imaju sličan uticaj na ispitivane genotipove. AMMI analizom mogu se dobiti i drugi rezultati od praktičnog značaja za

predoplemenjivanje (pre - breeding) i proizvodnju različitog sortimenta na različitim lokalitetima. Kroz ovaj rad prikazani su i osnovni elementi AMMI analize.

AMMI model se utvrđuje na osnovu broja osi glavnih komponenti, a prikazuje se grafikonima u obliku biplota. Na AMMI 1 biplotu glavni efekti (G i E) se prikazuju na apscisi, a vrednosti prve glavne komponente na ordinati. Na AMMI 2 biplotu prikazani su odnosi prve i druge glavne komponente.

Izračunata je vrednost AMMI stabilnosti - ASV na osnovu kojih je izvršeno rangiranje genotipova u pogledu stabilnosti.

U tabeli 19 prikazane su MS – vrednosti iz analiza varijanse AMMI modela za ispitivane osobine pšenice.

Tabela 19. Analiza varijanse AMMI modela za ispitivane osobine

Izvor varijacije	d.f.	MS - vrednosti				
		Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna	Masa zrna u klasu
Tretmani	5	0,20**	2,60**	63,32**	6,79**	0,27**
Ponavljanja	12	0,01	0,10	2,16	1,45	0,01
Genotipovi	2	0,13**	0,76**	6,21	212,60**	1,27**
Genotip x Tretman	10	0,01	0,72**	21,57**	1,55	0,06**
I PCA1	6	0,02	0,87**	29,62**	2,29	0,09**
I PCA2	4	0,00	0,50**	9,49*	0,44	0,02
Greška	24	0,01	0,09	2,56	0,99	0,01
Environment	17	0,34	4,08	91,09	220,95	1,60
Total	53	0,36	4,27	95,82	223,38	1,62

Tretmani (godine i kategorije)

Za broj izdanaka uočene su vrlo značajne razlike između tretmana i genotipova.

Za broj klasića u klasu analiza varijanse AMMI modela pokazuje vrlo značajne razlike između tretmana, genotipova kao i njihovih interakcija.

Za broj zrna u klasu dobijene su vrlo značajne razlike između ispitivanih tretmana i između interakcija genotipova i tretmana, dok između genotipova nije bilo značajnih razlika.

Za osobinu apsolutna masa zrna značajne razlike postoje između tretmana i ispitivanih genotipova pšenice.

Za masu zrna u klasu postoje vrlo značajne razlike između ispitivanih tretmana, genotipova pšenice i njihovih interakcija.

Na osnovu analize varijanse AMMI modela, uočava se da za četiri od 5 ispitivanih osobina postoji značajnost razlika između tretmana i genotipova, a samo za osobinu broj zrna u klasu nema značajnosti razlika između genotipova. Zato za ovu osobinu nije rađena AMMI analiza, a za sve ostale osobine jeste.

Po osobini broj izdanaka koeficijent stabilnosti ASV AMMI modela i rangovi genotipova pokazuju da je najstabilnija sorta pšenice PKB Talas, zatim PKB Lepoklasa, a najmanje stabilna je sorta BG Merkur (tabela 20).

Tabela 20. AMMI analiza sorti za osobinu broj izdanaka

Sorta	Broj izdanaka		PC1	PC2	ASV	
	M	Rang			Vrednost	Rang
PKB Talas	3,26	1	-0,07	0,19	0,86	1
BG Merkur	3,11	3	0,34	-0,06	3,87	3
PKB Lepoklasa	3,12	2	-0,27	-0,13	3,04	2

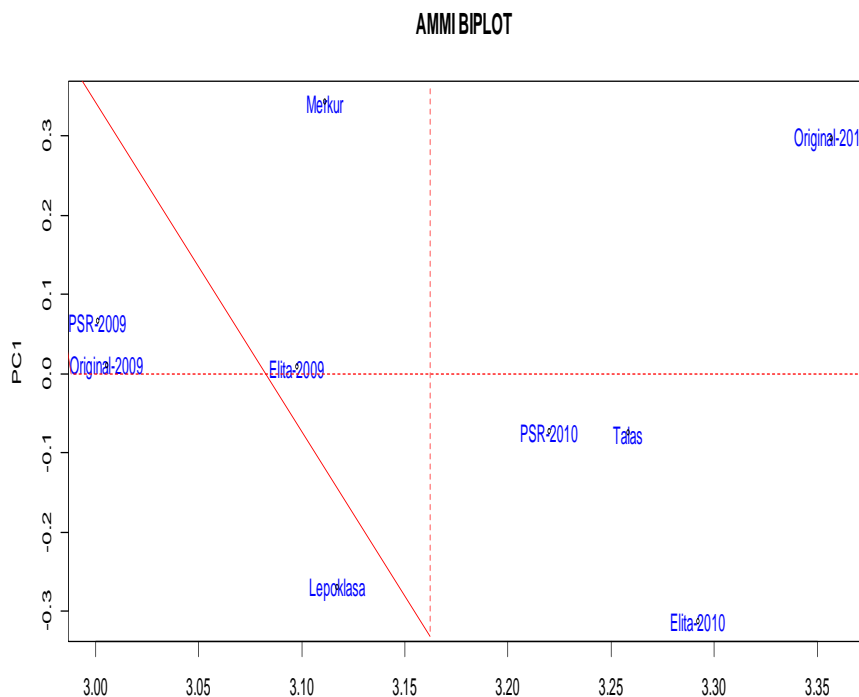
Manja vrednost ASV ukazuje na slabiju interakciju ispitivanih faktora, te označava stabilnije odnosno adaptabilnije genotipove. Veće vrednosti ASV imaju genotipovi koji su najmanje stabilni.

Stabilnost genotipova u odnosu na tretmane može se sagledati sa AMMI biplota.

Na AMMI 1 biplotu glavni efekti prikazani su na apscisi, a vrednosti prve glavne komponente na ordinati. Principalna komponenta - PC1 je parametar koji objedinjuje varijabilnost svih faktora za ispitivanu osobinu.

Najstabilnije sorte i tretmani su oni koji su najbliži liniji PC1, uz uslov da imaju i nisku vrednost PC2. Više srednje vrednosti imaju sorte i tretmani u desnim kvadrantima.

Na AMMI 1 biplotu za osobinu broj izdanaka (Graf. 8) uočava se da su najstabilniji genotip PKB Talas i tretmani: kategorija elita u 2009. godini, kategorija original u 2009. godini i kategorija I SR u 2010. godini.

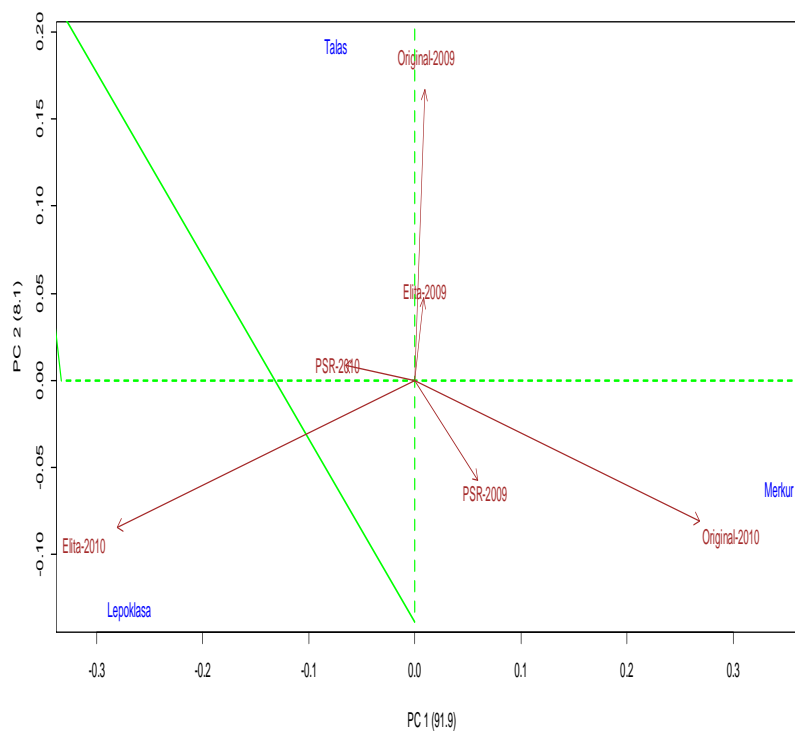


Graf. 8. AMMI 1 biplot za osobinu broj izdanaka

Na AMMI 2 biplotu za osobinu broj izdanaka (Graf. 9), sagledan je odnos prve i druge glavne komponente.

Na ovom grafikonu prikazana je distribucija genotipova i tretmana (interakcija kategorije semenskog useva i godine ispitivanja) pri čemu je stabilnost veća što su vektori bliži centru. Takođe, manji ugao između vektora sorte i tretmana predstavlja veću sličnost u njihovom odnosu prema spoljnoj sredini (interakciji). U situacijama kada su vektori bliži jedan drugom znači da taj genotip i taj tretman sličnije i bolje interaguju na iste uslove.

Na grafikonu 9 se može videti da je sorta pšenice PKB Talas imala najveću stabilnost za osobinu broj izdanaka. Najveću stabilnost za posmatranu osobinu pokazala je kategorija semenskog useva elita u 2009. godini. Ova kategorija semenskog useva, kao i kategorija original u 2009. godini najviše su povezane sa vrednošću sorte PKB Talas.



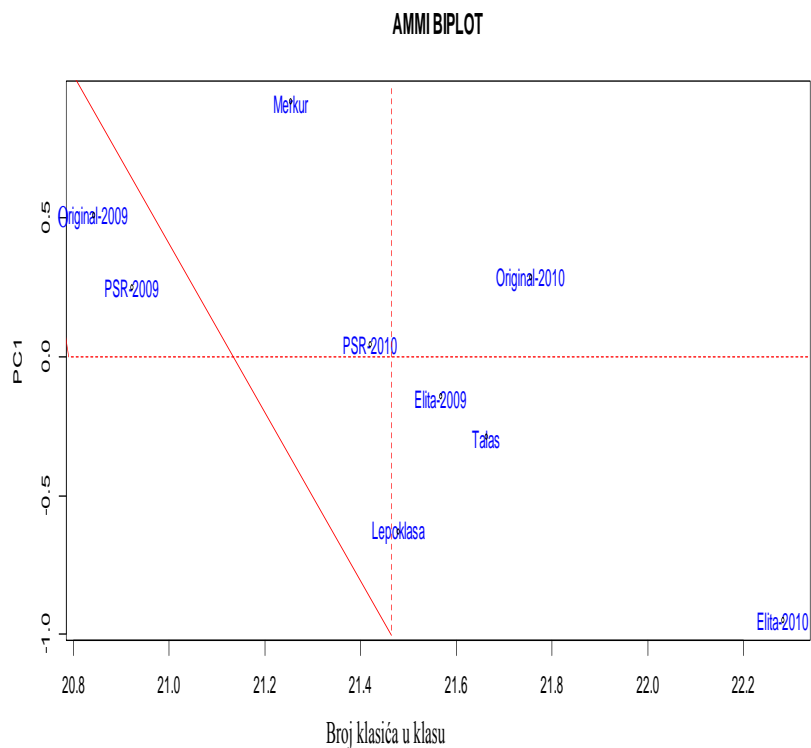
Graf. 9. AMMI 2 biplot za osobinu broj izdanaka

Koeficijent stabilnosti ASV AMMI modela i rangovi genotipova po osobini broj klasića u klasu pokazuju da je najstabilnija sorta pšenice PKB Talas, zatim PKB Lepoklasa a najmanje stabilna je sorta BG Merkur (tabela 21).

Tabela 21. AMMI analiza sorti za osobinu broj klasića u klasu

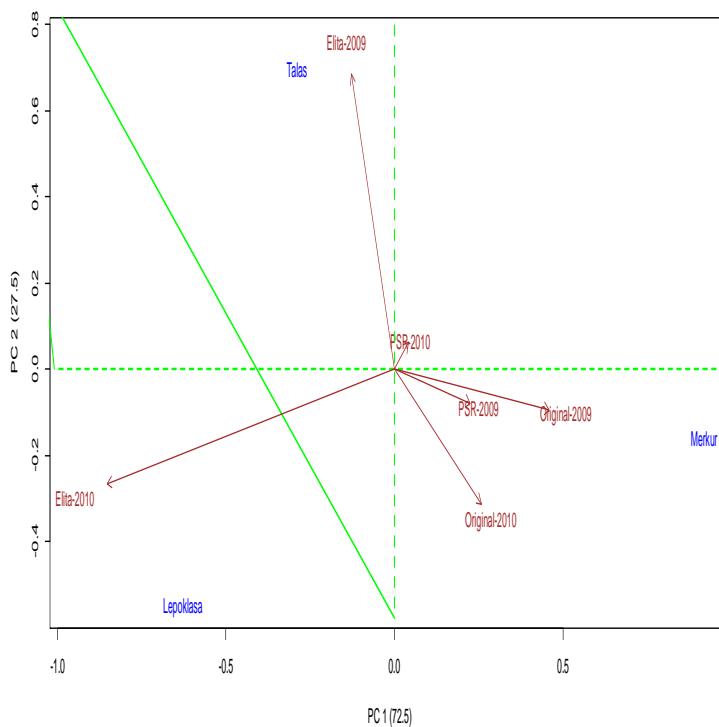
Sorta	Broj klasića u klasu		PC1	PC2	ASV	
	M	Rang			Vrednost	Rang
PKB Talas	21,66	1	-0,29	0,70	1,03	1
BG Merkur	21,25	3	0,92	-0,15	2,42	3
PKB Lepoklasa	21,48	2	-0,63	-0,55	1,74	2

Na AMMI 1 biplotu za osobinu broj klasića u klasu (Graf. 10) uočava se da su najstabilniji genotip PKB Talas i tretmani: kategorija I SR u 2010. i 2009. godini i kategorija original u 2010. godini.



Graf. 10. AMMI 1 biplot za osobinu broj klasića u klasu

Na AMMI 2 biplotu za osobinu broj klasića u klasu (Graf. 11), može se videti da je sorta pšenice PKB Talas imala najveću stabilnost. Tretmani sa najbližim vektorima su kategorija I SR u 2009. godini i original u 2009. godini što ukazuje da ovi tretmani slično interaguju.



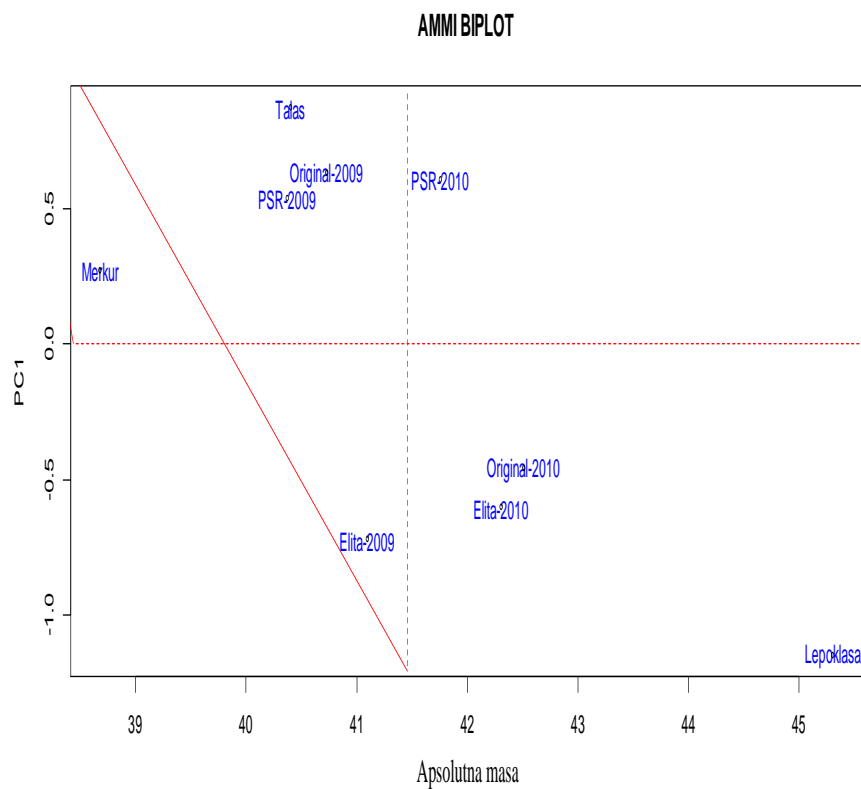
Graf. 11. AMMI 2 biplot za osobinu broj klasića u klasu

Po osobini apsolutna masa zrna koeficijent stabilnosti ASV AMMI modela i rangovi genotipova pokazuju da je najstabilnija sorta pšenice BG Merkur, zatim PKB Talas, a najmanje stabilna je sorta PKB Lepoklasa (tabela 22).

Tabela 22. AMMI analiza sorti za osobinu apsolutna masa zrna

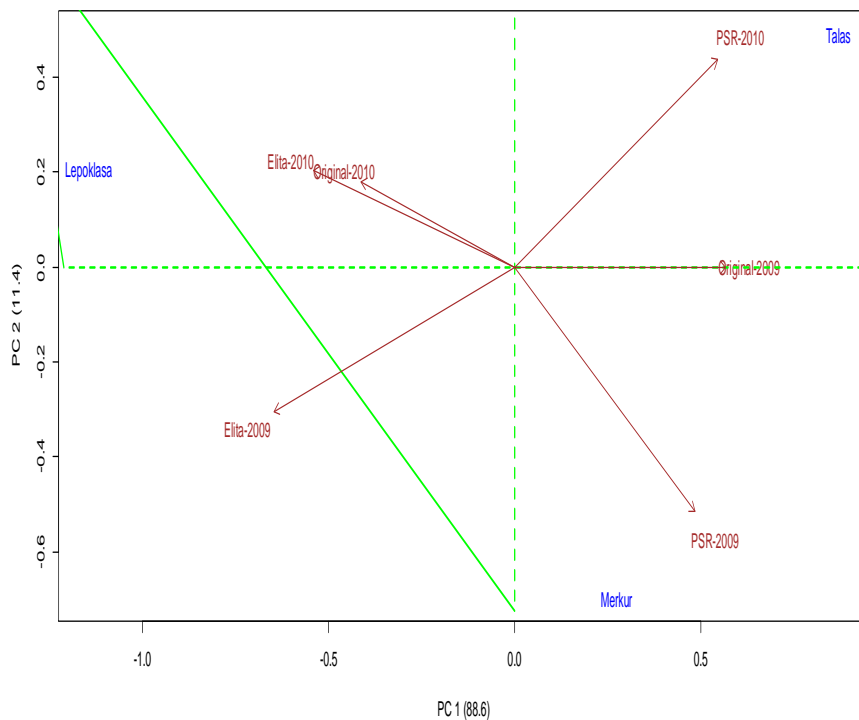
Sorta	Apsolutna masa zrna		PC1	PC2	ASV	
	M	Rang			Vrednost	Rang
PKB Talas	40,40	2	0,87	0,49	6,76	2
BG Merkur	38,68	3	0,27	-0,70	2,23	1
PKB Lepoklasa	45,30	1	-1,14	0,21	8,86	3

Na AMMI 1 biplotu za osobinu apsolutna masa zrna (Graf. 12) uočava se da je najstabilniji genotip BG Merkur, dok su tretmani udaljenošću od linije PC1 pokazali relativnu nestabilnost za datu osobinu u odnosu na druge osobine, ipak može se uočiti da su najstabilniji bili sledeći tretmani: kategorija original u 2010. godini i I SR u 2009. godini.



Graf. 12. AMMI 1 biplot za osobinu apsolutna masa zrna

Na grafikonu 13 se može videti da je sorta pšenice BG Merkur imala najveću stabilnost za osobinu apsolutna masa zrna. Tretmani sa najbližim vektorima su kategorija original u 2010. godini i elita u 2010. godini, što ukazuje da ovi tretmani slično interaguju.



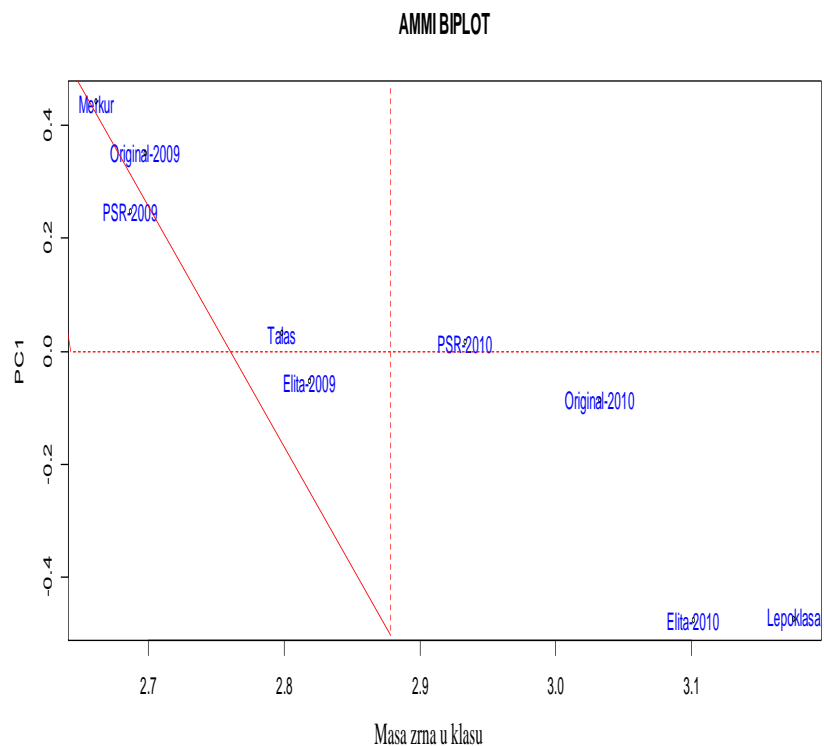
Graf. 13. AMMI 2 biplot za osobinu apsolutna masa zrna

Koeficijent stabilnosti ASV AMMI modela i rangovi genotipova po osobini masa zrna u klasu pokazuju da je najstabilnija sorta pšenice PKB Talas, zatim BG Merkur, a najmanje stabilna je sorta PKB Lepoklasa (tabela 23).

Tabela 23. AMMI analiza sorti za osobinu masa zrna u klasu

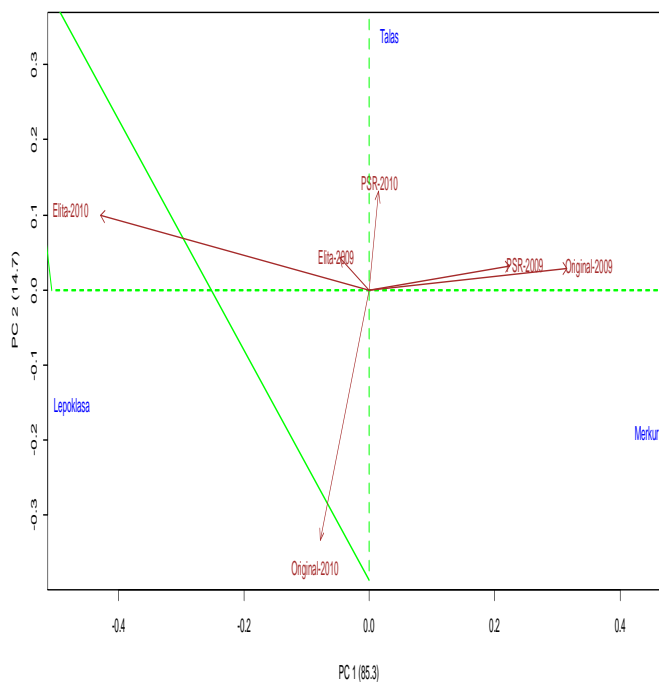
Sorta	Masa zrna u klasu		PC1	PC2	ASV	
	M	Rang			Vrednost	Rang
PKB Talas	2,80	2	0,03	0,34	0,39	1
BG Merkur	2,66	3	0,44	-0,19	2,58	2
PKB Lepoklasa	3,18	1	-0,47	-0,15	2,77	3

Na AMMI 1 biplotu za osobinu masa zrna u klasu (Graf. 14) uočava se da su najstabilniji genotip PKB Talas i tretmani: kategorija I SR u 2010. godini i kategorija elita u 2009. godini.



Graf. 14. AMMI 1 biplot za osobinu masa zrna u klasu

Na AMMI 2 biplotu za osobinu masa zrna u klasu (Graf. 15), može se videti da je sorta pšenice PKB Talas imala najveću stabilnost. Tretmani sa najbližim vektorima su I SR u 2009. godini i original u 2009. godini, što ukazuje da ovi tretmani slično interaguju.



Graf. 15. AMMI 2 biplot za osobinu masa zrna u klasu

Na osnovu izvršene AMMI analize kojom su genotipske promene 4 osobine pri sortnoj reprodukciji pšenice posmatrane kroz interakciju sorte sa spoljnom sredinom može se konstatovati:

Sorta PKB Talas ispoljava najveću stabilnost za tri ispitivane osobine (broj izdanaka, broj klasića u klasu, masa zrna u klasu) u svim kategorijama semenskih useva i u svim godinama ispitivanja, a sorta BG Merkur za jednu osobinu (apsolutna masa zrna).

S obzirom da sorta PKB Lepoklasa u odnosu na sorte PKB Talas i BG Merkur nema izraženu stabilnost osobina, ali zato ima najviše vrednosti za ključne osobine rodnosti klasa: broj zrna u klasu (69,98), apsolutna masa zrna (45,22 g), masa zrna u klasu (3,17 g) u ovom istraživanju se pokazalo da je veću stabilnost lakše postići kada osobine imaju manje vrednosti.

AMMI analizom je takođe utvrđeno da su semenski usevi original i prva sortna reprodukcija međusobno slični po reakciji na spoljnu sredinu. Ova sličnost je bila posebno izražena u 2009. godini, za osobine broj klasića u klasu i masa zrna u klasu.

Na osnovu AMMI analize u ovom radu su određeni genotipovi koji slično reaguju u različitim spoljnim uslovima i određeni su tretmani (kategorije semenskih useva i godine) koje imaju sličan uticaj na ispitivane sorte pšenice, što je od praktičnog značaja za oplemenjivanje i semenarstvo pšenice, posebno u Institutu PKB Agroekonomik.

AMMI i druge analize interakcije G x E vršili su brojni autori koji su ispitivali genetičke karakteristike pšenice.

Boyko i Kovalchuk (2008) utvrdili su da vrednost osobina u različitim spoljnim sredinama prvenstveno zavisi od reakcije na stres. Živi organizmi imaju jasno definisane strategije borbe protiv različitih vrsta stresa. Ove strategije su pretežno definisane površinskim genetičkim promenama (genetic make - up) organizama i zavise od složene regulatorne mreže molekularnih interakcija. Organizmi koji mogu da modifikuju gensku ekspresiju reverzibilno imaju prednost u prilagođavanju.

Dimitrijević et al. (2006) posmatrali su stabilnost mase zrna po klasu i ukupne biomase klasa kod sorti pšenice gajenih na kontroli i na „solonjecu“ bez primene meliorativnih mera i sa dva nivoa popravke (25 t i 50 t fosforgipsa / ha). Utvrdili su povećanje produktivnosti pri primeni meliorativnih mera.

Dolijanović et al. (2009) ispitivali su ineterakciju prinosa zrna ozime pšenice i spoljne sredine u zavisnosti od količine prolećnih, zimskih i ukupnih padavina. Utvrdili su da se sa povećanjem količina zimskih padavina prinos zrna smanjuje, posebno u monokulturi. Međutim, sa povećanjem količina prolećnih i ukupnih padavina, prinos zrna pšenice se povećava i u plodoredu i u monokulturi.

Gourdji et al. (2013) su ustanovili da prinos zrna pšenice u interakciji sa ekološkim faktorima najjače interreaguje sa temperaturom tokom perioda nalivanja zrna.

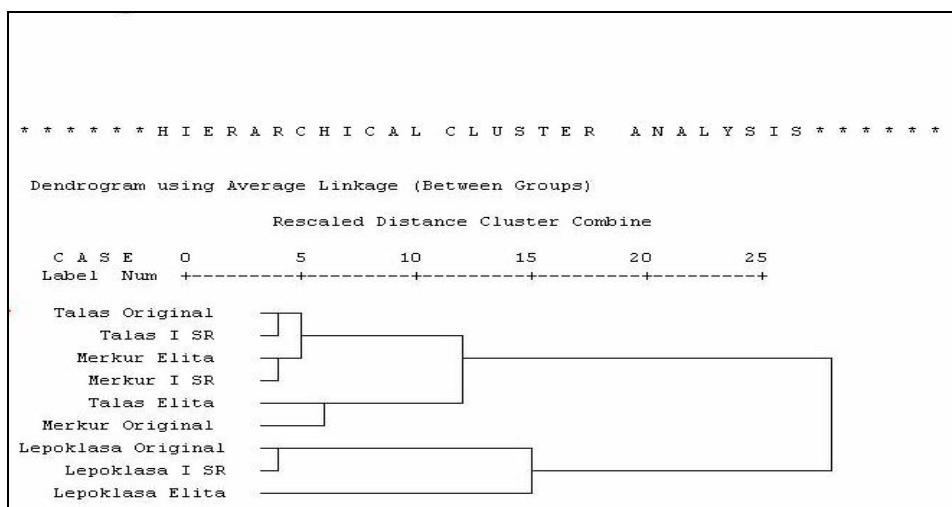
Munkvold et al. (2013) uočili su da bolju plastičnost u različitim ekološkim uslovima ispoljavaju genotipovi kod kojih postoji alternacija genske koekspresije osobina.

U navedenim radovima sagledani su razni aspekti interakcije G x E, koji se ne mogu direktno porediti sa rezultatima AMMI analize u ovom istraživanju, ali mogu poslužiti kao potvrda aktuelnosti obavljene analize i kao smernice za dopunska istraživanja.

➤ **6.6. Klaster analiza**

Sličnosti i razlike između ispitivanih sorti, za pet osobina, po semenskim kategorijama i godinama, određene su primenom hijerarhijske klaster analize.

Horizontalni dendrogram zasnovan na klaster analizi vrednosti osobina tri sorti pšenice po semenskim kategorijama prikazan je na grafikonu 16.



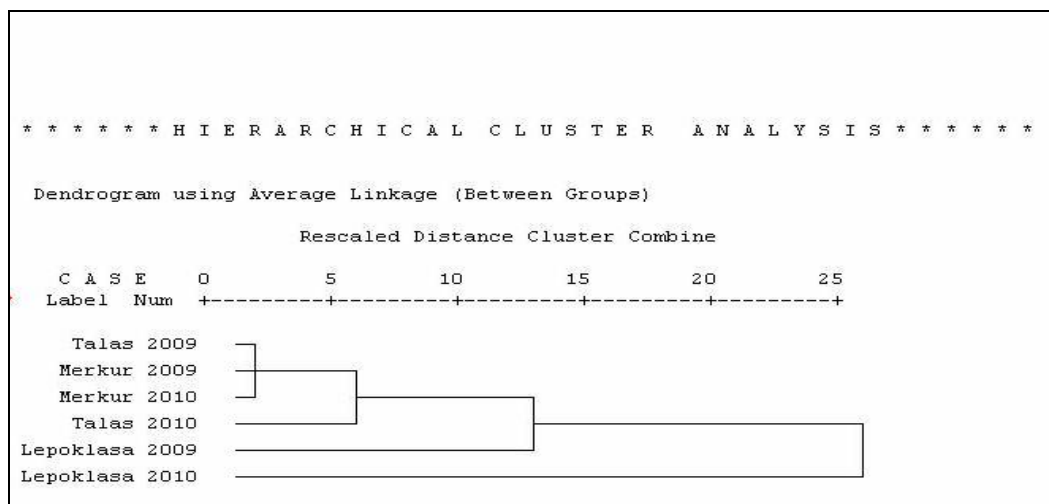
Graf. 16. Dendrogram za ispitivane sorte pšenice po semenskim kategorijama

Na grafikonu 16 vidi se da postoje dva velika klastera. U klasteru I nalaze se sve semenske kategorije sorti PKB Talas i BG Merkur. U klasteru II nalaze se sve semenske kategorije sorte PKB Lepoklasa.

Ovaj dendrogram ukazuje da su po kompleksu osobina međusobno bliže sorte PKB Talas i BG Merkur, a od njih je udaljenija PKB Lepoklasa.

Uticaj sorte u grupisanju (klasterovanju) bio je jači nego uticaj semenske kategorije.

Horizontalni dendrogram zasnovan na rezultatima klaster analize za tri sorti pšenice (PKB Talas, BG Merkur, PKB Lepoklasa) gajene u dve različite godine (2009. i 2010.) prikazan je na grafikonu 17.

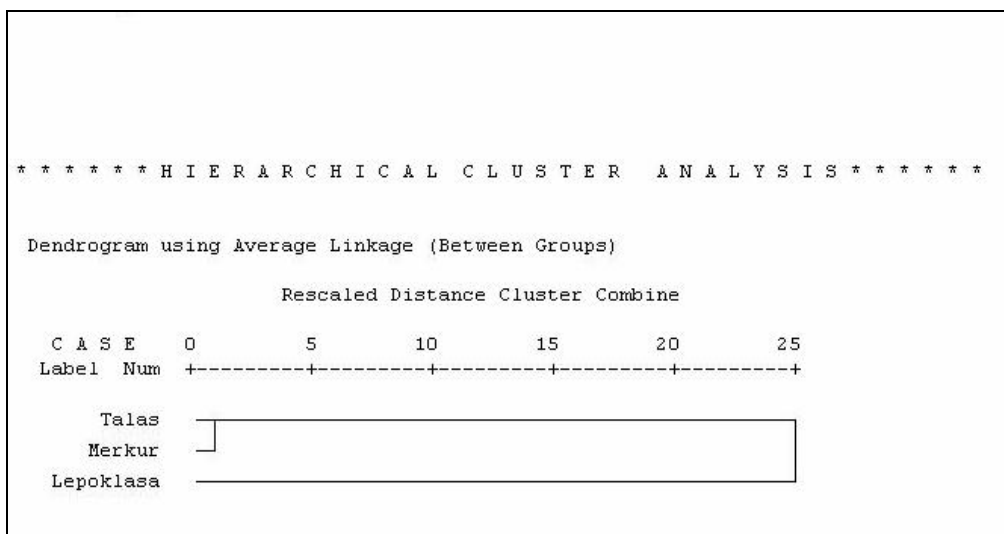


Graf. 17. Dendrogram za sorte pšenice gajene u 2009. i 2010. godini

Na grafikonu 17 može se uočiti da ima tri klastera (I, II, III) od čega, klaster I obuhvata PKB Talas 2009., (sortu PKB Talas gajenu u 2009. godini), BG Merkur 2009., BG Merkur 2010. i PKB Talas 2010. Klaster II obuhvata samo PKB Lepoklasu 2009., a klaster III PKB Lepoklasu 2010.

Na osnovu takvog grupisanja zaključuje se da su sorte PKB Talas i BG Merkur relativno sličnijih osobina u godinama izvođenja poljskog ogleđa 2009. i 2010., nego sorta PKB Lepoklasa koja se izdvojila u 2009. i 2010. godini. Ovaj dendrogram ima sličnosti sa predhodnim jer potvrđuje da sorta PKB Lepoklasa ima različiti sklop (kompleks) osobina od sorti PKB Talas i BG Merkur.

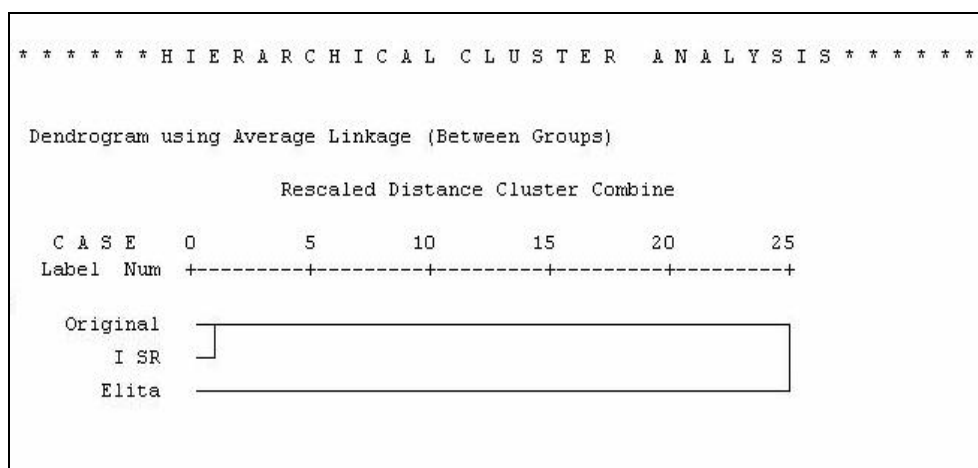
Horizontalni dendrogram koji pokazuje grupisanje ispitivanih sorti pšenice po pet osobina, uzimajući u obzir prosek ovih osobina za sve tri semenske kategorije i sve godine prikazan je na grafikonu 18.



Graf. 18. Dendrogram proseka osobina za sve godine, i sve semenske kategorije ispitivanih sorti pšenice

Dendrogram na grafikonu 18 u skladu je sa predhodna dva, jer potvrđuje fenotipski veću sličnost sorti PKB Talasa i BG Merkura u odnosu na sortu PKB Lepoklasa. Ispitivane sorte PKB Talas i BG Merkur nemaju istog roditelja iako su u ispitivanim osobinama pokazale sličnosti.

U cilju unapređenja procesa semenarstva određena je sličnost između semenskih kategorija za sve tri ispitivane sorte i svih pet ispitivanih osobina (Graf. 19).



Graf. 19. Dendrogram između semenskih kategorija za sve ispitivane sorte i osobine

Kategorije semena original i prva sortna reprodukcija (I SR) daju međusobno sličnije fenotipove u odnosu na kategoriju semena elita. Ovo je u skladu sa predhodnim analizama u ovoj disertaciji, posebno sa AMMI analizom. Na osnovu ovog rezultata može se konstatovati da način proizvodnje semena ima uticaj na fenotipske promene sorti, odnosno da deluje u pravcu povećanja ili smanjivanja razlika po kompleksu osobina između sorti. Ovaj rezultat znači i da je elita potpuno posebna i nezamenljiva semenska kategorija, dok kategorije semena original i prva sortna reprodukcija međusobno liče, odnosno dovode do sličnog fenotipskog efekta.

Zapravo ovaj rezultat ukazuje na to da se metodološki način dobijanja kategorija semena original i prva sortna reprodukcija ne razlikuju mnogo. Treba imati u vidu da komercijalni usevi od ovih kategorija neće biti značajno različiti.

Zaključak ovog poglavlja disertacije je da klaster analiza ukazuje da su genotipovi PKB Talas i BG Merkur međusobno više slični od sorte PKB Lepoklasa, bez obzira na to gde, kada i kako se obavlja proizvodnja semenskih useva.

Prilikom izbora za setvu jedne ili druge sorte treba obratiti pažnju šta se želi u pogledu kvaliteta zrna. PKB Talas je sorta poboljšivač, a BG Merkur hlebna sorta.

Kategorije semena original i prva sortna reprodukcija su slične, a elita je znatno drugačija od njih po indukovanju fenotipskih promena na kompleks sortnih osobina.

Klaster analizu primenili su u istraživanjima brojni autori kao pomoć pri oplemenjivanju i semenarstvu pšenice.

Prodanović et al. (2006) su dobili veliku divergenciju između sorti pšenice koje su ispitivali: svi genotipovi imali su različite vrednosti ocena osobina. Autori su na osnovu dendrograma konstatovali da frekvencije vrednosti ocena osobina ukazuju na dominantne pravce selekcije pšenice u evropskim zemljama. Naznačili su one oblike osobina koji su favorizovani u savremenom oplemenjivanju pšenice.

Poređenje sadržaja klastera iz različitih radova nije moguće direktno jer se oni međusobno razlikuju, ali može ukazati na određene biološke pojave i pravila.

➤ 6.7. Heritabilnost osobina

U radu su izračunati fenotipski i genotipski koeficijenti varijabilnosti, koji su stavljeni u odnos radi određivanja stepena naslednosti odnosno heritabilnosti osobina. Izvršena istraživanja omogućila su da se obavi rastavljanje fenotipske varijanse na komponente i da se kvantifikuje stepen naslednosti za sve proučavane osobine pšenice (analiza heritabilnosti) jer su u sebi uključivala genotipsku varijabilnost (različite sorte) i agroekološku varijabilnost (različite kategorije semenskih useva i različite godine).

Primenom metode očekivanih sredina kvadrata (koja je detaljnije opisana u poglavlju Materijal i Metod rada) dobijeni su rezultati koji su zatim prikazani u tabeli 24.

Tabela 24. Komponente fenotipske varijanse i heritabilnost (%) ispitivanih osobina

Osobine	Broj izdanaka	Broj klasića u klasu	Broj zrna u klasu	Apsolutna masa zrna	Masa zrna u klasu
σ^2_G	0,0068518	-0,040911	-3,28338	11,288211	0,0580678
σ^2_{GY}	-0,0013821	0,0463901	3,6299111	0,04277	0,0130642
σ^2_{GK}	-0,0002808	0,1207233	4,9362833	0,2907	0,010605
σ^2_{GYK}	0,001461	0,0851456	0,233702	0,0956703	0,0013426
σ^2_E	0,011280	0,094141	2,431394	1,135011	0,009333
σ^2_F	0,0179299	0,305489	7,9479071	12,661029	0,0924126
*h ² (%)	38,21	0 (-13,39)	0 (-41,31)	89,16	62,84
**h ² (%)	37,79	0 (-76,86)	100 (385,38)	90,86	86,15

Heritabilnost:

$$*h^2 = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_{GY} + \sigma^2_{GK} + \sigma^2_{GYK} + \sigma^2_E) \times 100$$

$$**h^2 = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_E) \times 100$$

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati sledeće:

Korišćeni model je omogućio da se izračuna, heritabilnost tri od pet ispitivanih osobina (broj izdanaka, apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu). Dve osobine (broj klasića u klasu i broj zrna u klasu) su imale vrednosti heritabilnosti iznad nule, te je za

vrednosti heritabilnosti uzeto da iznosi 0, odnosno može se smatrati da h^2 nije bilo moguće odrediti primenom korišćenog metoda.

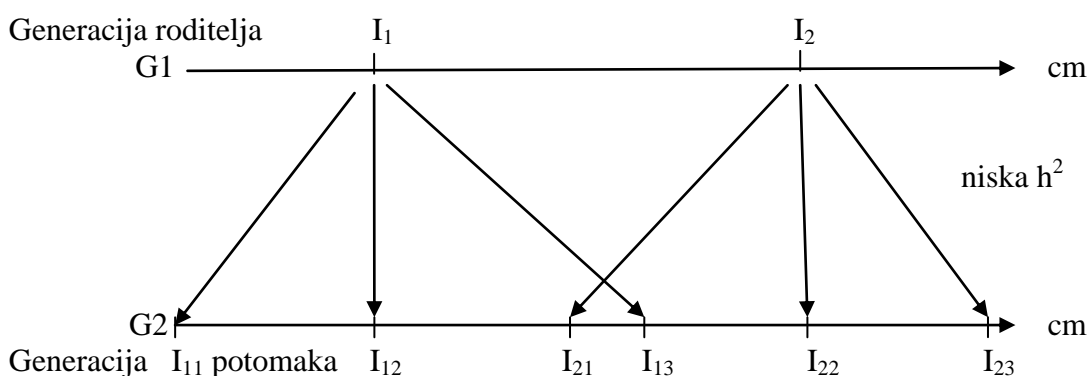
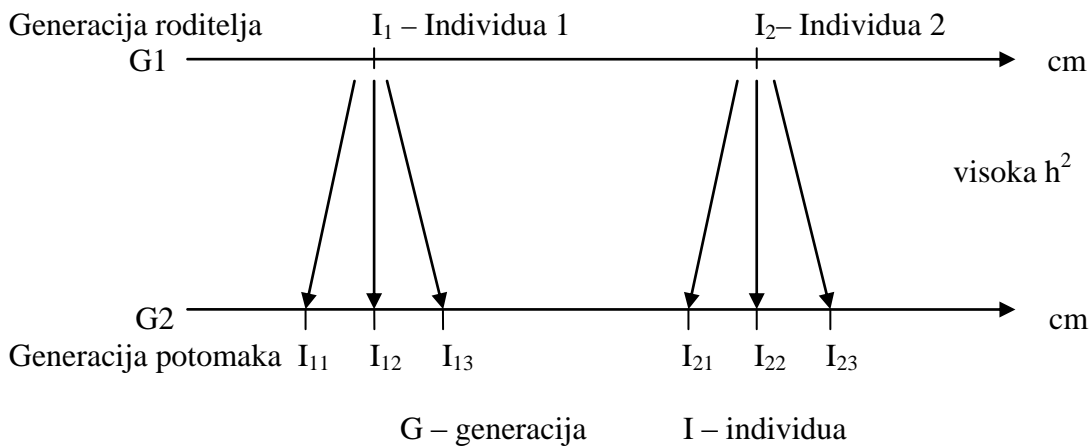
Najveću vrednost heritabilnosti ($*h^2 = 89,16 \%$) ima osobina apsolutna masa zrna. Najmanju vrednost heritabilnosti ($*h^2 = 38,21 \%$) ima osobina broj izdanaka. Osobina sa najmanjom heritabilnošću i osobine kod kojih nije određena heritabilnost odlikuju se diskontinuiranom varijabilnošću (vrednosti ovih osobina iskazuju se celim brojem).

Osobina apsolutna masa zrna koja ima najveću vrednost heritabilnosti i osobina masa zrna u klasu koja ima visoku vrednost heritabilnosti (86,15 %) odlikuju se kontinuiranom varijabilnošću.

Na osobine sa visokom heritabilnošću je lakše vršiti selekciju jer je uticaj ekoloških faktora na njih manji. Pri selekciji na ove osobine odabrano potomstvo će više ličiti po vrednostima na roditelje.

To je prikazano na slici 7 sa koje se vidi da je veća sigurnost odabiranja individua po osobinama sa visokom h^2 nego po osobinama sa niskom h^2 . Zapravo u ovom pogledu su oplemenjivanje bilja i semenarstvo vrlo slični – jer koriste istu metodu koja se naziva „selekcija“ (odabiranje). Pri semenarstvu se vrši pozitivno i stabilizaciono odabiranje jer je težnja održati jedan genotip, pri čemu se koristi i negativno odabiranje jer se odbacuju atipične biljke.

Na osnovu rezultata u ovoj disertaciji pri odabiranju biljaka po osobinama apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu može se očekivati dobijanje sličnih potomaka po vrednostima dok se pri odabiranju biljaka po osobinama, broj izdanaka, broj klasića u klasu i broj zrna u klasu ne može očekivati da potomci značajno liče na odabrane individue po vrednostima tih slabo naslednih osobina.



Slika 7. Odabiranje kod osobina sa visokom i niskom heritabilnošću (h^2)

Heritabilnost osobina pšenice su ocenjivali i drugi autori, ali su njihovi rezultati dobijeni na osnovu proučavanja nekih drugih sorti, hibridnih kombinacija i ekoloških uslova. Najbitnija vrednost tih proučavanja je preporuka o stabilizacionoj, diferencijalnoj, usmerenoj selekciji na pojedine osobine kod pšenice. Prodanović et al. (1999 a) dobili su za morfološke osobine i komponente rodosti pšenice: visine stabla, dužine klasa, broja klasića u klasu, broja zrna u klasu, mase zrna klasa i prinosa zrna (izuzev za broj zrna po klasu) povećanje srednjih vrednosti iz jedne generacije u narednoj generaciji, što ukazuje na ukupni pozitivan efekat primene masovne selekcije kod pšenice.

➤ 6.8. Parametri kvaliteta semena sorti pšenice

Parametri kvaliteta semena i zrna pšenice urađeni su u akreditovanoj laboratoriji Eko – Lab, Padinska Skela, Beograd. Ovi parametri urađeni su po Pravilniku o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja, (Službeni glasnik, 47 / 87). Seme pšenice koje se stavlja u

promet i deklariše kao semenska roba mora ispuniti uslove i norme određene navedenim pravilnikom. Vrednosti norme za pokazatelje (parametre) kvaliteta semena pšenice navedene su u tabeli 25.

Tabela 25. Parametri kvaliteta pšenice po Pravilniku o kvalitetu semena (Službeni glasnik, 47 / 87)

Pokazatelj (parametar) kvaliteta	Vrednost norme
Klijavost (%)	> 88,0
Čistoća semena (%)	> 97,0
Sadržaj korova (%)	0
Sadržaj vlage (%)	< 14,0
Energija klijanja (%)	-
Sadržaj drugih biljnih vrsta (%)	0
Zdravstveno stanje (%)	Ispravno

Rezultati analiza semena od tri ispitivane sorte pšenice proizvedenog 2009. i 2010. godine prikazani su u tabeli 26.

Tabela 26. Parametri kvaliteta semena ispitivanih sorti pšenice

Pokazatelji	Godina 2009.			Godina 2010.		
	Sorta			Sorta		
	PKB Talas	BG Merkur	PKB Lepoklasa	PKB Talas	BG Merkur	PKB Lepoklasa
Klijavost (%)	94,0	95,0	92,0	96,0	93,0	94,0
Čistoća semena (%)	98,3	99,4	99,1	98,6	97,2	92,0
Sadržaj korova (%)	0	0	0	0	0	0
Sadržaj vlage (%)	11,3	13,0	12,4	11,7	11,7	11,5
Energija klijanja (%)	91,0	95,0	91,0	96,0	91,0	92,0
Sadržaj drugih biljnih vrsta (%)	0	0	0	0	0	0
Zdravstveno stanje (%)	Ispr.	Ispr.	Ispr.	Ispr.	Ispr.	Ispr.

Ispr. – Ispravno

Iz tabele se uočava da sve dobijene vrednosti za parametre kvaliteta semena ispitivanih sorti pšenice ispunjavaju norme propisane Pravilnikom i da su zadovoljavajuće sa stanovišta upotrebne vrednosti za trgovce i poljoprivrednike.

Vrednosti parametara kvaliteta semena su slične za različite sorte i u različitim godinama. Na osnovu dobijenih vrednosti može se konstatovati da je sortna reprodukcija ispitivanih sorti u ogledu pokazala kontinuirano kvalitetno seme.

Posmatrano po osobinama, uočava se sledeće stanje:

Klijavost – to je broj normalnih klijanaca u odnosu na broj semena stavljenih na klijanje posle 8 dana. Energija klijanja je broj normalnih klica u odnosu na broj semena stavljenih na klijanje, utvrđen posle 4 dana. Klijavost utvrđena u ogledima je za sve sorte u svim godinama bila viša od 92 %, a energija klijanja viša od 91 %.

Čistoća semena – to je učešće količine čistog semena, vrste koja se ispituje (pšenice) u ukupnoj količini semena. U čisto seme ne spada seme drugih vrsta, seme korova i inertne materije zajedno (prazne plevice, delovi vretena klasa, grudvice zemlje, pesak). Čistoća semena u ogledima je za sve sorte u svim godinama bila viša od 97,2 % (izuzev PKB Lepoklasa u 2010. godini, 92,7 % - što je potom povećano pri doradi semena). Ni u jednom uzorku nije utvrđeno prisustvo semena drugih biljnih vrsta kao ni prisustvo semena korova.

Vlaga semena je količina vode u semenu izražena u procentima. Vlaga semena utvrđena u ogledima je za sve sorte u svim godinama bila niža od 13,0 %.

Zdravstveno stanje semena označava prisutnost ili odsutnost karantinskih i određenih ekonomski štetnih biljnih bolesti i štetočina. Ni u jednom uzorku nije utvrđeno prisustvo *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicilium*, niti prisustvo drugih fitopatogenih gljiva i bakterija.

Rezultati ovog poglavlja ukazuju da su semenski usevi u ogledima za ova istraživanja proizvedeni u skladu sa zakonskim zahtevima. Ogledi sa tri linije pšenice u dve godine ispitivanja ne odstupaju od tehnologije koja se primenjuje u komercijalnoj proizvodnji.

Može se konstatovati da je Institut PKB Agroekonomik ovladao metodama proizvodnje semenskih useva koji omogućavaju dobijanje semena odličnog klaliteta.

Kvalitet semena pšenice je uvek bio važan za oplemenjivače, semenare i proizvođače. Zato su brojni autori ispitivali vrednosti različitih parametara kvaliteta i tumačili uzroke dobrog ili lošijeg kvaliteta.

Mian i Nafziger (1992) utvrdili su da seme pšenice bez obzira na veličinu (sitno, srednje i krupno) ima jednaku klijavost i slične vrednosti broja klasova i prinosa zrna.

Hristov et al. (2006) su na osnovu dvogodišnjeg testiranja biljaka pšenice u hladnim komorama na temperaturi – 15°C u trajanju od 24, 36, 48 i 60 časova dobili različit procenat preživljavanja. Introdikovane sorte imale su 87 % preživelih biljaka, domaće sorte gajene 70 - ih godina imale su 88,1 %, a aktuelne sorte u proizvodnji 87,4 %.

Đurić et al. (2008) dobili su da je za postizanje stabilnih prinosa u prvom redu neophodno koristiti kvalitetno seme za setvu, što i jeste primarni zadatak semenarstva. Razvijeno i dobro organizovano semenarstvo podrazumeva stalnu proizvodnju semena svih kategorija i na taj način održavanje nivoa genetičke čistoće sorti pšenice.

Đurić et al. (2011) utvrdili su da je seme PKB sorti pšenice po parametrima kvaliteta zadovoljavalo norme propisane Pravilnikom i Zakonom o semenu. Čistoća je bila 98,8 %, vlaga 12,5 %, apsolutna masa zrna 42,5 g, klijavost 92,1 %, broj zrna korova u 1000 g semena 0,9 i prisustvo *Fusarium spp.* 1,4%.

Sabovljević et al. (2010) dobili su da se tehnološko - semenarske osobine semena pšenice odlikuju znatnom varijabilnošću svojih vrednosti.

Sabovljević et al. (2011) tvrde na osnovu svojih proučavanja da osobine semenskog materijala pšenice zavise od kategorije semena, uslova proizvodnje semena, vremena i načina žetve, postupka u doradi i postupanja sa semenom posle žetve, tokom dorade i tokom čuvanja semena.

Rezultati do kojih su došli drugi istraživači nisu u suprotnosti sa rezultatima dobijenim u ovoj disertaciji i upotpunjuju saznanja o faktorima vezanim za kvalitet semena pšenice.

➤ **6.9. Tehnološki kvalitet zrna sorti pšenice**

Vrednost pšenice kao sirovine u tehnologiji hrane se određuje prema morfološkim, organoleptičkim, biohemijskim i tehnološkim osobinama, a vrednost pšenice kao robe u prometu određuje se elementima kvaliteta prema JUS - u E. B1. 200 i JUS - u E. B 1.200 / 1 i prema Pravilniku o kvalitetu žita ("Sl. list SRJ", br. 52 / 95).

Zrno pšenice predstavlja plod – krupu (odnosno seme sa omotačem). Zrno pšenice čine različita organska jedinjenja, mineralne soli i voda. Od organskih jedinjenja u zrnu najviše ima ugljenih hidrata i to od 63,8 - 69,1 %. Skrob čini 90 % od

ukupnih ugljenih hidrata. Zrno pšenice sadrži 12,4 - 25,5 % proteina, 3 % celuloze i 1,75 % masti. U zrnu se nalazi oko 1,7 % mineralnih materija i to ima najviše gvožđa, kalijuma, kalcijuma, magnezijuma, mangana i selen. Pšenica sadrži u vrlo maloj količini, ispod 1 %, veoma važne sastojke, kao što su vitamini iz grupe B, A i PP, hormone i dr.

Sa stanovišta hlebno - pekarskog kvaliteta najvažniji su proteini. Proteini se dele na rezervne proteine i enzimske proteine. Od rezervnih proteina u zrnu preovlađuju sledeći: albumini, globulini, glijadini i glutenini. Glijadini i glutenini predstavljaju belančevine lepka. Albumini i globulini su bogatiji nezamenljivim aminokiselinama.

U širem smislu kvalitet pšenice se može definisati pokazateljima kvaliteta kao što su: hektolitarska masa, sadržaj vlage, sadržaj proteina, sedimentaciona vrednost, sadržaj glutena odnosno lepka, % izbrašnjivanja, osobine brašna, enzimska aktivnost, osobine testa, rastegljivost, narastanje, stabilnost, brzina padanja testa, kvalitetna klasa i grupa, kao i reološke ili hlebno - pekarske osobine.

Probno pečenje je i dalje jedina pouzdana metoda ispitivanja pecivnih svojstava pšenice ali je nepogodna s obzirom na dužinu trajanja ispitivanja i teškoće s aspekta standardizacije i ponovljivosti. Reološka ispitivanja se širom sveta koriste za određivanje namenskog kvaliteta pšeničnog brašna odnosno pšenice, ali s obzirom na njihovu dugotrajnost ne mogu se koristiti za ocenu kvaliteta sirovine u prometu. Reološka metoda je dugotrajna zato što treba samleti uzorak, izdvojiti brašno, pripremiti testo, ostaviti ga da „sazri“ pod dejstvom kvasca, ispeći ga u laboratorijskim pećnicama i oceniti karakteristike hleba (zapremina, elastičnost, ukus i drugo).

Da bi se dobila pšenica dobrog kvaliteta brašna potreban je permanentan zajednički naučno - istraživački rad selekcionera pšenice i stručnjaka iz oblasti tehnologije (brašneno - konditorskih proizvoda). Često se rad na dobijanju sorti pšenice odgovarajućeg tehnološkog kvaliteta ne isplati jer poljoprivredne proizvođače više zanima pre svega visok prinos od čega im najviše zavisi prihod. Poznato je da se prinos zrna i kvalitet zrna uglavnom nalaze u negativnoj korelaciji.

Brašno je sirovina heterogenog sastava i sastoji se iz skroba, vode, proteina, ugljenih hidrata i masti. Stanje skroba, kao najzastupljenije materije u sastavu brašna ima značajan uticaj na ponašanje brašna u daljoj preradi. Skrob se u brašnu nalazi u obliku manjih i većih granula čija je osnovna gradivna jedinica D - glukoza

polimerizovana u obliku linearne komponente amilaze i razgranate komponente amilopektina. Sposobnost hidratacije skroba zavisi od enzimske aktivnosti amilaza prisutnih u brašnu, sadržaja vode i stepena njegovog mehaničkog oštećenja. Mehanički oštećen skrob nastaje u procesu mlevenja i ima veliki uticaj na povećanje moći upijanja vode brašna, viskozitet testa i čvrstoću proizvoda, dok sa druge strane smanjuje plastičnost testa. Ukupna količina oštećenog skroba zavisi od sorte pšenice, postupka mlevenja i stepena izmeljavanja. Može se reći da dobar tehnolog može određenim postupcima da poboljša kvalitet brašna, testa i hleba.

Voda se u brašnu nalazi slobodna, kao kapilarna i hemijski vezana. Povećan sadržaj vode ukazuje na povećanu enzimatsku aktivnost, čime se ubrzavaju biohemijski procesi i time menja tehnološki kvalitet brašna.

Proteini brašna se pretežno sastoje od glijadina i glutenina koji se jednim imenom nazivaju – gluten (lepak). Gluten čini 85 % proteina pšenice i predstavlja osnovu strukture testa. Pomoću glutena se reguliše sposobnost zadržavanja gasova u testu.

Količina i kvalitet lepka, pored toga što predstavljaju sortnu osobinu može se jednim delom menjati pod uticajem klimatskih faktora, đubrenja azotnim đubrivima i drugo.

Tabela 27. Minimalne vrednosti pokazatelja tehnološkog kvaliteta pšenice

Tehnološka grupa sorte	Sedimentaciona vrednost	Sadržaj proteina % / sm
A 1, A 2 Poboljšivači	> 38	> 13,0
B 1 hlebne	38	13,0
B 2 hlebne	30	11,5
C stočne ili za proizvodnju keksa	18	10,5
Ne odgovarajuće za proizvodnju hleba	< 18	< 10,5

U tabeli 27 prikazane su vrednosti pokazatelja kvaliteta pšenice.

Postoji ukupno 5 grupa sorti, a svaka od njih razlikuje se po navedenim direktnim i indirektnim pokazateljima kvaliteta. Sortna komisija koristi ove pokazatelje za svrstavanje novih sorti pšenice u određene tehnološke grupe.

Tehnološki kvalitet pšeničnog brašna čini zbir različitih osobina koje određuju reološka svojstva testa pri izradi, u toku obrade i pečenja kao i kvalitet gotovog proizvoda.

U tabeli 28 dati su pokazatelji kvaliteta zrna: (sadržaj proteina u % i sedimentaciona vrednost u ml) ispitivanih sorti pšenice u ovom radu, posebno za svaku godinu ogleda.

Laboratorijske analize zrna i brašna obavljene su u laboratoriji Mač Dondon, ogranak pekare Zrenjanin.

Postoji veliki broj parametara na osnovu kojih se utvrđuje kvalitet zrna a grupisanje se vrši po najlošijem parametru.

Tabela 28. Pokazatelji kvaliteta zrna ispitivanih sorti pšenice

Sorta	Parametri	Godina 2009.	Godina 2010.
PKB Talas	Sadržaj proteina (%)	14,3	15,0
	Sedimentaciona vrednost (ml)	60,0	61,0
BG Merkur	Sadržaj proteina (%)	14,5	15,2
	Sedimentaciona vrednost (ml)	52,0	54,0
PKB Lepoklasa	Sadržaj proteina (%)	15,9	15,8
	Sedimentaciona vrednost (ml)	60,0	61,0

Na osnovu podataka iz tabele 28, može se konstatovati da sorte PKB Talas i PKB Lepoklasa pripadaju tipu sorti poboljšivača, dok BG Merkur po svojim osobinama pripada hlebnom tipu sorti. Ovo ukazuje da su sorte koje su ispitivane u disertaciji vrhunskog kvaliteta. Pri priznavanju ovih sorti Sortna komisija je svrstala sortu PKB Talas u grupu A 2, sortu BG Merkur u grupu B 2 i sortu PKB Lepoklasu u grupu B 1.

Može se konstatovati da tokom sortne reprodukcije nijedna od navedenih sorti nije izgubila ništa od početnog kvaliteta iz doba priznavanja, nego je kvalitet sorti čak i popravljen primenom odgovarajućih agrotehničkih mera. Takođe se može zaključiti da su sorte PKB Talas i PKB Lepoklasa po kvalitetu bile i ostale bolje od sorte BG Merkur.

Đurić et al. (2005) dobili su da brzi porast prosečnog prinosa ozime pšenice kod sorti selekcionisanih od šezdesetih godina do današnjih dana omogućava dovoljnu

proizvodnju potrebnih količina zrna i brašna različitog kvaliteta. Pecivna vrednost brašna zavisi od sadržaja glijadina i glutenina, koji zajedno sa vodom i solju daju gluten - lepak. Količina i kvalitet lepka i pored toga što predstavlja sortnu osobinu može se delom menjati pod uticajem klimatskih uslova, i primenom određene agrotehnike.

Đurić et al. (2012) dobili su da sorte pšenice PKB Talas i BG Merkur pored visokog i stabilnog prinosa imaju i dobre parametre kvaliteta brašna. Ove sorte imaju visok sadržaj kvalitetnih proteina, a analogno ovome je i visok sadržaj glutena, što se potvrđuje reološkim merenjima.

Đekić et al. (2012) dobili su da je prosečan sadržaj proteina sorte tritikalea Kg 20 iznosio 12,24 % suve materije (sm), a Trijumfa 12,90 % sm. Prosečan sadržaj pepela kod Kg 20 iznosio je 1,34 % sm, a kod Trijumfa 1,40 % sm. Prosečan sadržaj vode kod Kg 20 iznosio je 11,32 % sm, a kod Trijumfa 11,22 % sm. Razlike značajnosti sa stanovišta uticaja sorte na prosečne vrednosti sadržaja proteina i vlage statistički nisu bile signifikantne, $P < 0,01$.

Glamočlija (2012) dobio je da po hranljivoj, vitaminskoj i energetske vrednosti od 8.500 - 9.400 džula pšenični hleb je hranljiviji od hleba spravljanog od ostalih žita.

Pajin et al. (2005) dobili su za tri domaće sorte pšenice odgovarajuće osobine rastegljivosti testa, nešto veću moć upijanja vode brašna od zahtevane i ujednačenu raspodelu veličina čestica brašna.

Zečević et al. (2006) utvrdili su analizom varijanse da variranje komponenti kvaliteta zrna značajno zavisi od genotipa i ekoloških faktora. Ispitivali su kragujevačke sorte po sedimentaciji i konstatovali da su one na nivou prve kvalitetne klase, a najveću prosečnu vrednost imala je sorta KG – 56 S (61,8 ml). Za sve ispitivane osobine kvaliteta najmanji udeo varijanse pripadao je godini, a znatno veći sorti i interakciji sorta x godina, što ukazuje da na ispoljavanje kvaliteta pšenice genotip ima veći uticaj od ekoloških faktora.

Saznanja do kojih su došli drugi istraživači u vezi tehnološkog kvaliteta pšenice značajna su za ova istraživanja jer ukazuju u kom pravcu ih treba nastaviti. Brojnost ovih istraživanja ukazuje i na aktuelnost ove problematike u selekciji i semenarstvu pšenice.

➤ **6.10. Ocena održanja genetičkog identiteta elektroforezom proteina**

Sortna identičnost ispitivane tri sorte pšenice ocenjivana je primenom vertikalne elektroforeze rezervnih proteina pšenice - glijadina. Vertikalna elektroforeza predstavlja laboratorijsku metodu kojom se prati kretanje koloidnih čestica u gelu pod uticajem električnog polja kroz rastvor slabog elektrolita. Šema dobijenih proteinskih traka naziva se elektroforegram i predstavlja genetičku karakteristiku datog genotipa, koja se odnosi na genetičku konstituciju i smatra se "otiskom" varijeteta.

Svaka ispitivana sorta pšenice ima specifične trake tj. komponente frakcija proteina. Trake se razlikuju po broju, obojenosti i pokretljivosti. Ispitivan je uzorak semena svake sorte u svakoj semenskoj kategoriji. Ova analiza imala je za cilj da pokaže da li se pri sortnoj reprodukciji pšenice uspešno održava genetički identitet sorti ili dolazi do gubljenja genetičkog identiteta usled neodgovarajuće selekcije, slabe organizacije semenskih useva, mešanja semena i slično.

U ovom radu uzimani su uzorci od po 100 zrna. Svako zrno je posebno analizirano, odnosno glijadinski proteini svakog zrna ispitani su u zasebnim kolonama na gelu. Određeno je da li se i koliko komponente glijadinske frakcije proteina u tri ispitivane varijante jedne sorte razlikuju, odnosno utvrđena je promena procenta genetičke identičnosti sorte u različitim kategorijama semenskih useva.

Vertikalna elektroforeza kao laboratorijska metoda za utvrđivanje sortne identičnosti urađena je po ISTA standardima u ISTA akreditovanoj Laboratoriji za ispitivanje semena Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Elektroforeza je rađena na poliakrilamidnim gelovima. Gelovi su po završetku elektroforeze fotografisani.

Na osnovu dobijenih rezultata, odnosno očitavanja gelova dobijenih metodom vertikalne elektroforeze utvrđeno je da postoji divergentnost između sorti po sastavu proteina, odnosno da se gelovi sorti međusobno razlikuju po karakteristikama traka, dok unutar sorti postoji ujednačenost.

Na slikama 8, 9 i 10 prikazani su elektroforegrami za sortu PKB Talas, za kategorije semena elita, original i prva sortna reprodukcija. Na osnovu elektroforegrama može se zaključiti da je sorta PKB Talas za kategoriju semena elita (slika 8) od 100 ispitivanih zrna imala uniformnost 99, a 1 zrno je bilo različito, što znači da je genetička

čistoća iznosila 99,0 %. Sorta PKB Talas za kategoriju semena original (slika 9) i prva sortna reprodukcija (slika 10) bila je potpuno uniformna, sve trake su bile istih karakteristika, te se može konstatovati da je genetička čistoća ispitivanih uzoraka iznosila 100 %.

Elektroforegrami na slikama 11, 12 i 13 prikazuju glijadinske komponente – trake iz semena sorte BG Merkur u semenskim kategorijama elita, original i prva sortna reprodukcija. Uočava se da postoji uniformnost i genetička čistoća od 100 % za kategorije semena elita i original, dok je za kategoriju semena prva sortna reprodukcija jedno zrno dalo različite trake, te genetička čistoća ove kategorije iznosi 99,0 %.

Nakon izvršene elektroforeze i ispitivanja uzoraka semena sorte pšenice PKB Lepoklasa potvrđena je genetička čistoća 100 % za sve tri ispitivane kategorije semena, što se može sagledati na slikama 14, 15 i 16.

Zaključak ovog poglavlja je da je primena pozitivne i negativne selekcije, na nivou fenotipa pri sortnoj reprodukciji pšenice, u ogleđima omogućila sortnu čistoću od 99 i 100 % u usevima svih semenskih kategorija. Način na koji se sprovodi selekcija i semenarstvo u Institutu PKB Agroekonomik je uspešan za održavanje genetičkog identiteta sorti pšenice.

Brojni istraživači su se bavili ocenom genetičkog identiteta kod pšenice, sa teorijskog ili praktičnog aspekta. Koristili su različite metode, kao što su fenotipska ocena po deskriptoru, elektroforeza i primena molekularnih markera.

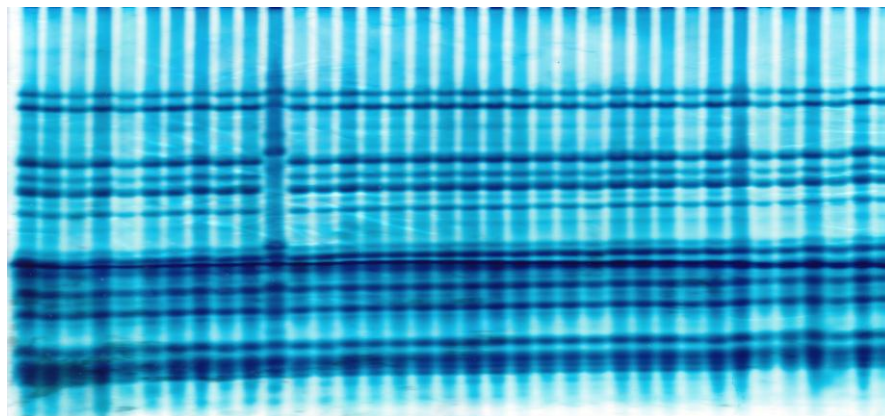
Huffman (2004) je proučanjem očuvanja genetičkog identiteta kod genetički modifikovanih (GM) biljaka dobio da se pri gajenju pšenice pojavljuju tri rizika vezana za promenu genetičkog identiteta: 1) pojava zaostalih biljaka iz predhodnog useva, 2) polenski drift odnosno rasipanje polena sa drugih polja, 3) mešanje semena različitih sorti pri „on farm“ manipulaciji.

Dong et al. (2005) ističu da su metode DNA finger printinga i AFLP analize pogodne za proučavanje genetičkog identiteta pšenice i načina nasleđivanja njenih osobina.

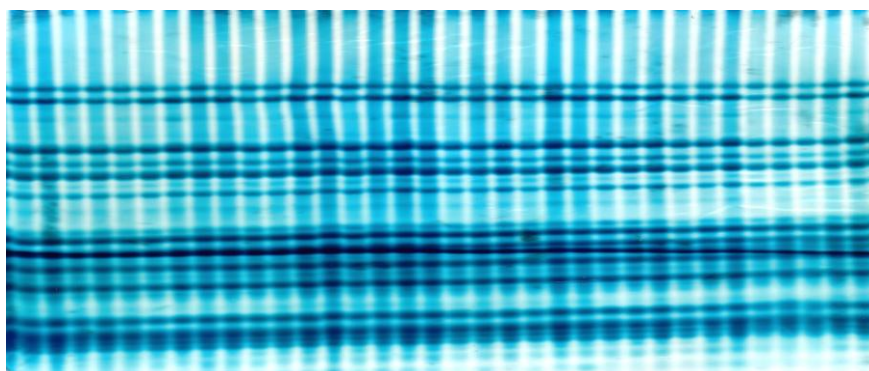
Schuster et al. (2009) dobili su genetičke distance primenom mikrosatelitskih markera od 0,10 – 0,88 između 36 sorti preporučenih za različite regione Brazila. Zaključili su da se mikrosatelitski markeri mogu koristiti za zaštitu intelektualnih prava i za programe oplemenjivanja pšenice.

Ruiz et al. (2002) dobili su analizom glijadina da dolazi do kvalitativnih promena genetičke varijabilnosti španskih germplazmi pšenice tokom godina, odnosno tokom održavanja sorti. Za 35. godina 75 % analiziranih uzoraka sačuvalo je genetički identitet. Međutim, kod tri uzorka nađene su modifikacije u 10 alela i to gubitak alela ili pojava novih alela.

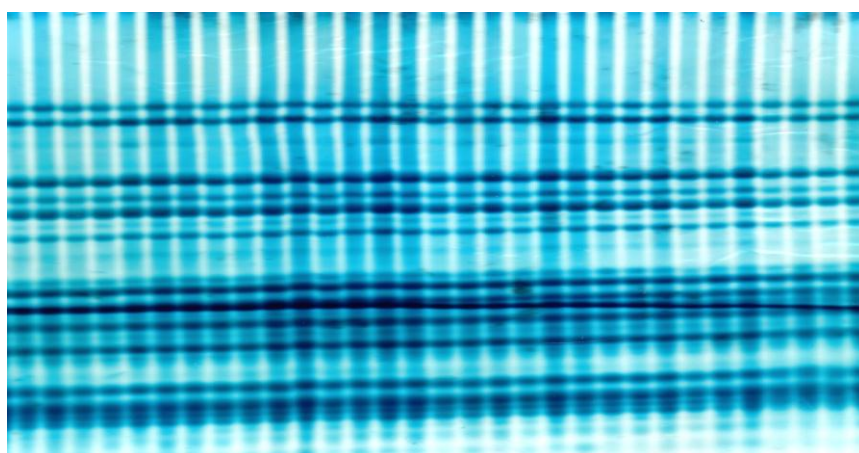
Radovi iz ovih oblasti ukazuju u kom pravcu treba nastaviti istraživanja o genetičkom identitetu sorti pšenice PKB Talas, BG Merkut i PKB Lepoklasa.



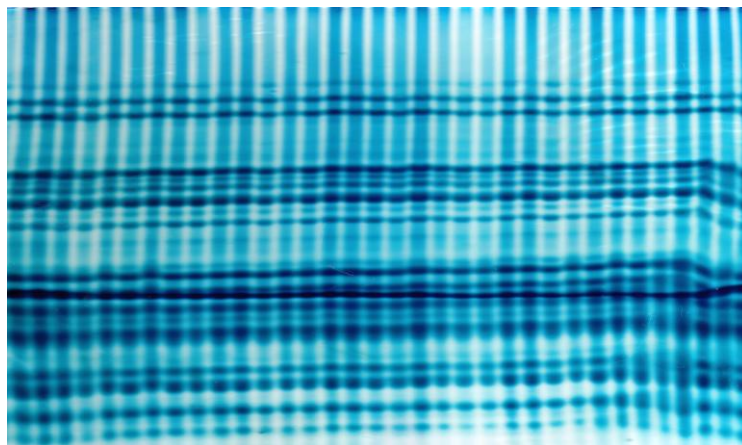
Slika 8. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte PKB Talas u kategoriji semena elita



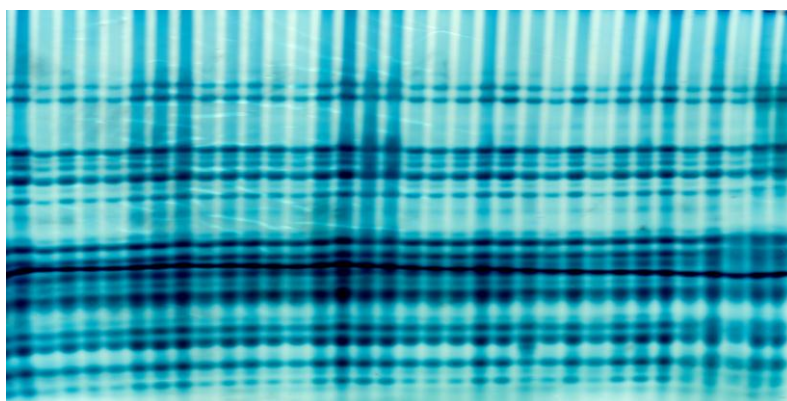
Slika 9. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte PKB Talas u kategoriji semena original



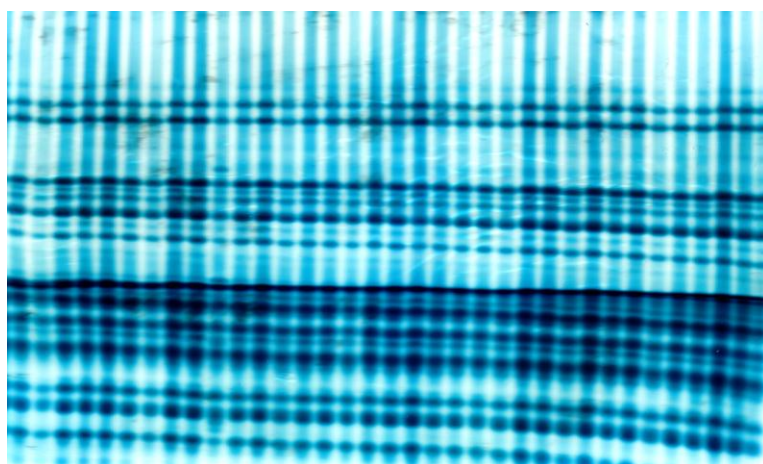
Slika 10. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte PKB Talas u kategoriji semena prva sortna reprodukcija



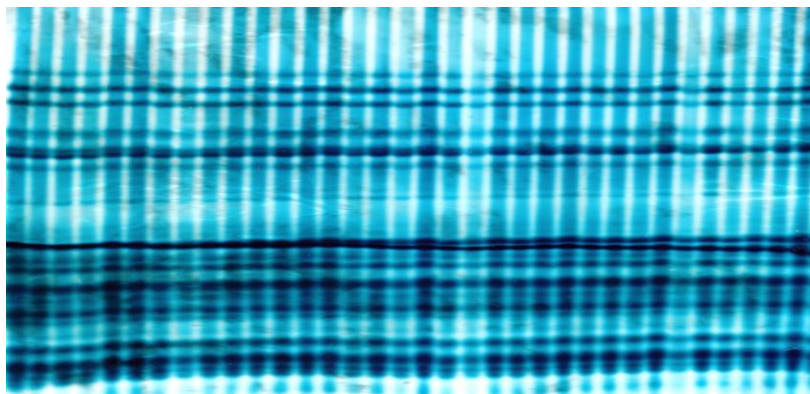
Slika 11. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte BG Merkur u kategoriji semena elita



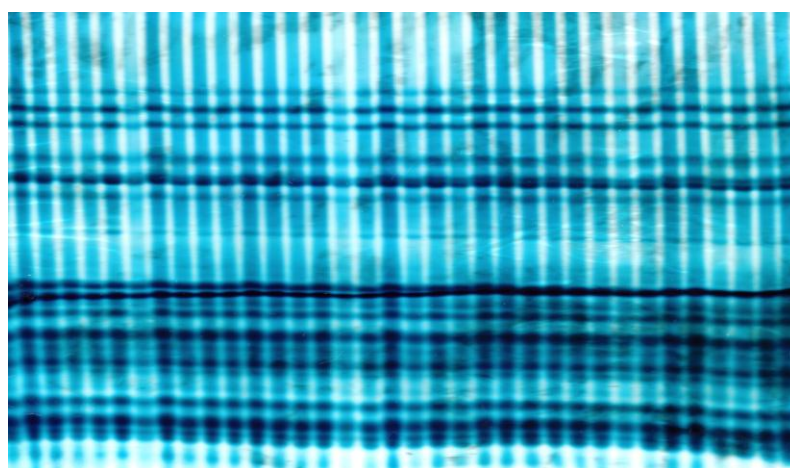
Slika 12. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte BG Merkur u kategoriji semena original



Slika 13. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte BG Merkur u kategoriji semena prva sortna reprodukcija



Slika 14. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte PKB Lepoklasa u kategoriji semena elita



Slika 15. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte PKB Lepoklasa u kategoriji semena original



Slika 16. Elektroforegram glijadina iz individualnih semena sorte PKB Lepoklasa u kategoriji semena prva sortna reprodukcija

7. ZAKLJUČCI

U ovoj doktorskoj disertaciji analizirane su fenotipske promene i održanje genetičkog identiteta tri domaće sorte pšenice: PKB Talas, BG Merkur, i PKB Lepoklasa tokom procesa njihove sortne reprodukcije. Ispitivanja su obavljena na oglednim poljima Instituta PKB Agroekonomik, u Padinskoj Skeli, u dvogodišnjem periodu i to tokom vegetacionog perioda pšenice 2008/2009. i 2009/2010.

Za analizu morfoloških osobina uzeto je po 1800 biljaka svake sorte (100 biljaka x 3 ponavljanja x 2 godine x 3 kategorije semenskih useva). Laboratorijska ispitivanja obuhvatila su analize kvaliteta semena, tehnološkog kvaliteta zrna i sastava proteina pomoću vertikalne elektroforeze. Dobijeni podaci obrađeni su primenom biometrijskih metoda u cilju određivanja srednjih vrednosti i varijabilnosti osobina, međuzavisnosti osobina, interakcije genotipa i spoljnih uslova, sličnosti genotipova i heritabilnosti osobina.

Na osnovu dobijenih prosečnih vrednosti ispitivanih osobina sorata pšenice u obe godine utvrđeno je da je sorta PKB Talas imala najveće vrednosti sledećih ispitivanih osobina: broj izdanaka (3,26) i broj klasića u klasu (21,66). Sorta PKB Lepoklasa je imala najveće prosečne vrednosti za osobine: broj zrna u klasu (69,98), apsolutna masa zrna (45,22 g) i masa zrna u klasu (3,17 g).

Biljke koje se obrazuju u kategoriji semena elita imaju najveći broj klasića u klasu (21,92). Biljke u kategoriji elita imaju potencijal za formiranje većeg broja zrna (70,81) nego biljke u ostalim kategorijama.

Biljke u prvoj sortnoj reprodukciji imaju najmanji broj zrna (68,43) i najsitnija zrna (2,81 g), u odnosu na ostale kategorije, što je posledica najveće gustine useva u kojoj se proizvodi ova semenska kategorija.

Sve ispitivane morfološke osobine imale su veće vrednosti u 2010. godini nego u 2009. godini, odnosno druga godina izvođenja poljskih oglada bila je pogodnija za proizvodnju pšenice jer je u njoj palo za 250 mm više padavina tokom vegetacionog perioda.

Sorta PKB Talas u poređenju sa ostalim ispitivanim sortama pšenice imala je najniže vrednosti koeficijenta varijacije (Cv) za tri ispitivane osobine: broj izdanaka (21,55 %), broj zrna u klasu (10,59 %) i masa zrna u klasu (12,17 %). Ovaj rezultat

ukazuje da sorta PKB Talas je stabilnija po većini osobina od ostalih ispitivanih sorti, odnosno ima najmanju fenotisku promenljivost pri sortnoj reprodukciji.

Sorta BG Merkur u poređenju sa ostalim ispitivanim sortama pšenice imala je najveće vrednosti Cv za tri ispitivane osobine: broj izdanaka (23,79 %), broj zrna u klasu (12,90 %) i apsolutna masa zrna (7,83 %). Ovaj rezultat ukazuje na veliku fenotipsku promenljivost sorte BG Merkur.

Sorta PKB Lepoklasa u poređenju sa ostalim ispitivanim sortama pšenice imala je najnižu vrednost Cv za osobinu apsolutna masa zrna (5,92 %) i najvišu vrednost Cv za masu zrna u klasu (14,69 %). Ovaj rezultat ne ističe sortu PKB Lepoklasa niti kao posebno stabilnu niti kao posebno promenljivu, već samo ukazuje na specifičnost njenih fenotipskih promena u odnosu na druge ispitivane sorte.

Uzimajući u obzir sve tri ispitivane sorte pšenice, utvrđeno je da postoji visoka i pozitivna međuzavisnosti (korelacija) između broja zrna u klasu i mase zrna u klasu ($r > 0,78$), između broja klasića u klasu i broja zrna u klasu ($r > 0,79$) i između broja klasića u klasu i mase zrna u klasu ($r > 0,73$). Iz ovog ispitivanja, može se konstatovati i da korelacije nisu iste kod različitih sorti. To je i logično jer svaka sorta ima drugačiji genotip, i specifične gene koji se nalaze u različitim interakcijama.

Od oplemenjivača i selekcionara pšenice očekuje se da iskoriste podatke iz korelaciono – regresione analize za unapređenje selekcije novih sorti i uspešniju proizvodnju semenskih useva.

Utvrđeno je da postoji znatna razlika u vrednostima korelacija ako se one izračunavaju na osnovu podataka o svakoj biljci kod jedne sorte i na osnovu prosečnih (agregiranih) vrednosti iz ponavljanja i tretmana te iste sorte. Korelacije dobijene na osnovu agregiranih podataka po pravilu su veće.

Broj izdanaka je osobina za koju je utvrđeno na osnovu korelaciono – regresione analize agregiranih podataka da se nalazi u najjačim vezama sa većinom ostalih osobina (0,88; 0,96; 0,78; 0,93). Međutim, jačine tih veza se znatno smanjuju (0,14; 0,17; 0,05; 0,17) pri analizi podataka o svakoj biljci, što se može pripisati diskontinuiranoj varijabilnosti ove osobine. Kod drugih osobina ovo nije toliko izraženo. Navedena činjenica ukazuje selekcionarima i semenarima pšenice da moraju da obrate pažnju pri analizi podataka da li koriste osobine sa kontinuiranom ili diskontinuiranom varijabilnošću.

Na osnovu izvršene AMMI analize kojom su genotipske promene 4 osobine pri sortnoj reprodukciji pšenice posmatrane kroz interakciju sorte sa spoljnom sredinom može se konstatovati:

Sorta PKB Talas ispoljava najveću stabilnost interakcije u svim kategorijama semenskih useva i u svim godinama ispitivanja za tri ispitivane osobine: broj izdanaka (0,86), broj klasića u klasu (1,03), masa zrna u klasu (0,39), a sorta BG Merkur za jednu osobinu: apsolutna masa zrna (2,23).

Sorta PKB Lepoklasa u odnosu na sorte PKB Talas i BG Merkur ima slabiju stabilnost interakcije, i više vrednosti za ključne osobine rodnosti klasa: broj zrna u klasu (69,98), apsolutna masa zrna (45,22 g) i masa zrna u klasu (3,17 g). To ukazuje da je veću stabilnost lakše postići kada osobine imaju manje vrednosti.

AMMI analizom je takođe utvrđeno da su semenski usevi original i prva sortna reprodukcija međusobno slični po reakciji na spoljnu sredinu. Ova sličnost je bila posebno izražena u 2009. godini, za osobine broj klasića u klasu i masa zrna u klasu.

AMMI analiza koja je primenjena u ovom radu omogućila je da se odrede genotipovi koji slično reaguju u različitim spoljnim uslovima, kao i tretmani (kategorije semenskih useva i godine) koje imaju sličan uticaj na ispitivane sorte pšenice, što je od praktičnog značaja za oplemenjivanje i semenarstvo pšenice u Institutu PKB Agroekonomik.

Klaster analiza je pokazala da su genotipovi PKB Talas i BG Merkur međusobno više slični od sorte PKB Lepoklasa, bez obzira na to gde, kada i kako se obavlja proizvodnja semenskih useva. Prilikom izbora sorte za setvu treba obratiti pažnju šta se želi u pogledu kvaliteta zrna. PKB Talas je sorta poboljšivač, a BG Merkur hlebna sorta.

Hijerarhijski dendrogram koji je konstruisan, ukazao je da su kategorije semena original i prva sortna reprodukcija slične, a elita je znatno drugačija od njih po indukovanju fenotipskih promena na kompleks sortnih osobina.

Najveću vrednost heritabilnosti ($*h^2 = 89,16 \%$) imala je osobina apsolutna masa zrna. Najmanju vrednost heritabilnosti ($*h^2 = 38,21 \%$) imala je osobina broj izdanaka.

Na osobine sa visokom heritabilnošću je lakše vršiti selekciju jer je uticaj ekoloških faktora na njih manji. Pri selekciji na ove osobine odabrano potomstvo će više ličiti po vrednostima na roditelje. Na osnovu rezultata u ovoj disertaciji pri odabiranju

biljaka po osobinama apsolutna masa zrna i masa zrna u klasu može se očekivati dobijanje sličnih potomaka po vrednostima, dok se pri odabiranju biljaka po osobinama broj izdanaka, broj klasića u klasu i broj zrna u klasu ne može očekivati da potomci značajno liče na odabrane individue po vrednostima tih slabo naslednih osobina.

Dobijene vrednosti za parametre kvaliteta semena ukazuju da je dobijeno seme ispitivanih sorti ispunjavalo norme kvaliteta propisane Pravilnikom (Sl. Glasnik 47/87). Seme je imalo klijavost preko 92 %, energiju klijanja preko 91 %, čistoću semena preko 92 %, sadržaj drugih biljnih vrsta 0 %, sadržaj korova 0 %, sadržaj vlage ispod 13 % i ispravno zdravstveno stanje.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je Institut PKB Agroekonomik ovladao metodama proizvodnje semenskih useva koji omogućavaju dobijanje semena odličnog kvaliteta.

Analiza tehnoloških parametara zrna pokazala je da ispitivane sorte pšenice imaju odličan kvalitet, pri čemu je najveći sadržaj proteina (15,9 %) imala PKB Lepoklasa, dok su najveću sedimentacionu vrednost (60 ml) imale dve sorte: PKB Talas i PKB Lepoklasa. Na osnovu dobijenih podataka može se konstatovati da sorte PKB Talas i PKB Lepoklasa pripadaju tipu sorti poboljšivača, dok BG Merkur po svojim osobinama pripada hlebnom tipu sorti. Tokom sortne reprodukcije nijedna od navedenih sorti nije izgubila ništa od početnog kvaliteta iz doba priznavanja, nego je kvalitet sorti čak i popravljen primenom odgovarajućih agrotehničkih mera.

Elektroforeza proteina je pokazala da postoji divergentnost između ispitivanih sorti pšenice po sastavu komponenti glijadinske frakcije, odnosno da se gelovi sorti međusobno razlikuju po karakteristikama traka, dok unutar sorti postoji ujednačenost. Analizirano je po 100 zrna za svaku semensku kategoriju useva, odnosno dobijeno je po 300 zasebnih kolona na gelu za svaku sortu. Genetička čistoća kategorija semena elita i original bila je 100 %, a kategorije semena prva sortna reprodukcija 99,0 %. Na osnovu rezultata može se konstatovati da je primena pozitivne i negativne selekcije, na nivou fenotipa pri sortnoj reprodukciji pšenice, omogućila visoku sortnu čistoću u usevima svih semenskih kategorija na poljima Instituta PKB Agroekonomik u Padinskoj Skeli.

8. LITERATURA

Anderson, W.K. & Barclay, J. (1991): Evidence for differences between three wheat cultivars in yield response to plant population. *Australian Journal of Agricultural Research* 42, 701 – 713.

Borojević, S. (1981): Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Izdavačka kuća Ćirpanov, Novi Sad.

Boyko, A., Kovalchuk, I. (2008): Epigenetic control of plant stress response. *Environ. Mol. Mutagen.* 49: 61 - 72.

Chowdhury, R. K., Paroda, R. S., Singh, B.P. (1985): Drought resistance in wheat. I Grain yield responses and its correlation with grain yield components. *Genetica Agr.* 39: 131 - 142.

Denčić, S., Malešević, M., Pržulj, N., Kondić - Špika, A. (2012): Nauka i praksa semenarstva strnih žita. VANU, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, pp. 1 - 155.

Dimitrijević, M., Petrović, S., Kraljević - Balalić, M., Mladenov, N., Panković, L. (2001): Fenotipska varijabilnost visine biljke i mase zrna po klasu u *Triticum* sp. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 35: 155 - 165.

Dimitrijević, M., Petrović, S., Belić, M., Vuković, N. (2006): Fenotipska varijacija parametara klasa pšenice na meliorisanom solonjecu. Selekcija i semenarstvo. 12/1 - 2, 27 - 33.

Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Oljača, S., Momirović, N. (2009): Gajenje ozime pšenice u monokulturi i dvopoljnom plodoredu. *Poljoprivredna tehnika. Godina XXXIV*, 2: 143 - 148.

Dong, Y.Z., Liu, Z.L., Shan, X.H., Qiu, T., He, M.Y., and Liu, B. (2005): Allopolyploidy in wheat induces rapid and heritable alterations in DNA methylation patterns of cellular genes and mobile elements. *Russ. J. Genet.* 41: 890 - 896.

Đekić, V., Mitrović, S., Milovanović, M., Đurić, N., Kresović, B., Tapanarova, A., Đermanović, V., Mitrović, M. (2011): Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>. *Academic Journals. African Journal of Biotechnology* 10 (30), pp. 5697 - 5704.

Đekić, V., Milovanović, M., Staletić, M., Milivojević, J., Đurić, N. (2011): Hemijski sastav zrna različitih sorti tritikalea. Zbornik radova. Međunarodni naučni simpozijum agronoma „AGROSYM Jahorina, pp. 351 – 355.

Đekić, V., Staletić, M., Milivojević, J., Perišić, V., Stevanović, V., Đurić, N. (2012): Hemijski sastav različitih sorti tritikalea. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 18/1 - 2, 29 - 33.

Đurić, N. (2001): Genetička analiza nasleđivanja osobina hibrida F₁ i F₂ generacija nastalih dialelnim ukrštanjem sorata pšenice. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Beograd.

Đurić, N., Trkulja, V. (2005): Ispitivanje prinosa zrna i kvaliteta brašna nekih PKB sorata ozime pšenice. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 11/1 - 2, 25 - 31.

Đurić, N., Trkulja, V. (2007): Rezultati 45 - godišnjeg rada na oplemenjivanju ozime pšenice u Institutu PKB Agroekonomik. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 13/1 - 2, 15 - 22.

Đurić, N., Obradović, S., Martić, M., Trkulja, V., Prodanović, S. (2008): Analiza kvaliteta semena PKB sorti ozime pšenice roda 1995 - 2007. g. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 14/1 - 2, 31 - 35.

Đurić, N., Trkulja, V., Prodanović, S. (2009): Oplemenjivanje i proizvodnja pivskog ječma stvorenog u Institutu PKB Agroekonomik. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 15/1 - 2, 21 - 31.

Đurić, N., Garalejić, B., Krgović, S., Trkulja, V., Kačarević, A., Janković, S. (2010): Uticaj gustine setve na prinos nekih sorata ozime pšenice. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 16/1 - 2, 15 - 19.

Đurić, N., Sabovljević, R., Trkulja, V., Onć - Jovanović, E. (2010): Sorte ozime pšenice Instituta PKB Agroekonomik i njihove produktivne mogućnosti u ogledima 2008/2009. godine u Republici Rumuniji. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 16/1 - 2, 21 - 26.

Đurić, N., Obradović, S., Trkulja, V., Martić, M. (2011): Analiza kvaliteta semena PKB sorti ozime pšenice dorađenih u periodu 2005 - 2010. godine. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 17/1 - 2, 13 - 16.

Đurić, N., Trkulja, V., Prodanović, S., Sabovljević, R. (2011): Oplemenjivanje ozimog tritikalea PKB Vožd stvorenog u Institutu PKB Agroekonomik. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 17/1 - 2, 43 - 47.

Đurić, N., Đekić, V., Simić, D., Trkulja, V., Prodanović, S. (2012): Analiza prinosa zrna i kvaliteta brašna nekih sorata ozime pšenice u 2010. i 2011. godini. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 18/1 - 2, 13 - 18.

Đurić, N., Trkulja, V., Simić, D., Prodanović, S., Đekić, V., Dolijanović Ž. (2013): Analiza prinosa zrna i kvaliteta brašna nekih sorata ozime pšenice u 2011. i 2012. godini. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 19/1 - 2, 15 - 21.

Ellis, R.H. (1988): The viability equation, seed viability nomographs, and practical advice on seed storage. *Seed Sci. Tech.*, 16: 29 - 50.

Girek, Z., Prodanović, S., Živanović, T., Zdravković, J., Đorđević, M., Adžić, S., Zdravković, M. (2013): Analiza G x E interakcije primenom AMMI modela u oplemenjivanju dinje. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 19/1 - 2, 165 - 173.

Glamočlija, Đ. (2004): Posebno ratarstvo. Izdavačka kuća Draganić, Beograd.

Glamočlija, Đ., Dražić, G., Ikanović, J., Popović, V., Stanković, S., Spasić, M., Rakić, S., Milutinović, M. (2011): Uticaj sorte i povećanih količina azota na morfološke i tehnološke osobine pivarskog ječma. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 17/1 - 2, 55 - 66.

Glamočlija, Đ. (2012 b): Posebno ratarstvo - žita i zrnene mahunarke. Poljoprivredni fakultet Zemun.

Glamočlija, Đ., Janković, S., Pivić, R. (2012 a): Alternativna žita. Institut za zemljište, Beograd.

Gourdji, S. M., Mathews, K. L., Reynolds, M., Crossa, J., Lobell, D. B. (2012): An assessment of wheat yield sensitivity and breeding gains in hot environments. *Proc. R. Soc. B 7 Biological Sciences*, 280, 1752.

Hristov, N., Mladenov, N., Kobiljski, B., Kondić - Špika, A. (2006): Otpornost sorti pšenice prema niskim temperaturama. Zbornik abstrakta „III Simpozijum selekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije i IV naučno stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara Srbije“. Zlatibor, 16 – 20.

Huffman, W. E. (2004): Production, Identity Preservation, and Labeling in a Marketplace with Genetically Modified and Non - Genetically Modified Foods. *Plant Physiology*, 134/1, 3 - 10.

Jeftić, S. (1986): Pšenica. Naučna knjiga, Beograd.

Karasu¹, M., Oz¹, A., Goksoy, T., Turan, Z. M. (2009): Genotype by environment interactions, stability, and heritability of seed yield and certain agronomical traits in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> Academic Journals. *African Journal of Biotechnology* 8 (4), pp. 580 – 590.

Khah, E.M., Roberts, E.H., Ellis, R.H. (1989): Effects of seed aging on growth and yield of spring wheat at different plant population densities. *Field Crops Res.*, 20: 175 - 190.

Knežević, D., Đukić, N., Zečević, V., Mićanović D., Šurlan - Momirović, G., Urošević, D., Branković, G., Jordačijević, S. (2006): Genetička analiza visine stabla i mase zrna po klasu kod pšenice (*Triticum aestivum* L.). Zbornik abstrakta „III Simpozijum selekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije i IV naučno stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara srbije“. Zlatibor, 16 – 20.

Kondić - Š. A., Hristov, N., Kobiljski, B. (2006): In vitro skrining tolerantnosti genotipova pšenice prema niskim temperaturama. Zbornik abstrakta „III Simpozijum selekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije i IV naučno stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara srbije“. Zlatibor, 16 – 20.

Laverack, G.K. (1994): Management of breeders seed production. *Seed Sci. Tech.*, 22: 551 - 563.

Luković, J., Kraljević - Balalić, M. (2006): Analiza morfoloških karakteristika klasa pšenica različitih nivoa plodnosti. Zbornik abstrakta „III Simpozijum selekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije i IV naučno stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara srbije“. Zlatibor, 16 – 20.

Malešević, M., Denčić, S., Pržulj, N., Hristov, N. (2011): Proizvodnja semena strnih žita. *Semenarstvo 2*. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, pp. 13 - 88.

Mian, A.R. & Nafziger, E.D. (1992): Seed size effects on emergence, head number, and grain yield of winter wheat. *J. Prod. Agric.*, 5: 265 - 268.

Milošević, M., Rajnprert, J. (1993): Značaj setve deklarisanog semena pšenice za sortu i prinos. Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Zbornik radova, 21: 343 – 350.

Mladenov, N., Denčić, S., Mihaljev, I., Rončević, P. (1999): Novosadske sorte pšenice za visoku i stabilnu proizvodnju. Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Zbornik radova, 31: 97 – 110.

Munkvold, J.D., Laudencia - Chingcuanco, D., Sorrells, M.E. (2013): Systems genetics of environmental response in the mature wheat embryo. *Genetics*, 194 (1): 265 - 77.

Natural Sciences Repository (2010): The effect of the conditions of seed reproduction of winter wheat on morphological and biological varietal changes. Collection of works of post graduates and young scientific research workers. http://triscience.com/Plant/Seed/the-effect-of-the-conditions-of-seed-reproduction-of-winter-wheat-on-morphological-and-biological-varietal-changes-collection-of-works-of-post-graduates-and-young-scientific-research-workers/doculite_view

Nirala, R.B.P., Jha, P.B. (1997): Path coefficient analysis and selection indices in intervarietal crosses of wheat (*T. Aestivum* L.). *Journal of Research*, Birsa Agricultural University, 9,2: 129 - 132.

Pajin, B., Jovanović, O., Torbica, A., Šarić, M. (2005): Tehnološki kvalitet brašna domaćih sorata pšenice za proizvodnju brašveno - konditorskih proizvoda. *Žito hleb*, 32/6, 199 - 203.

Perišić, V., Milovanović, M., Đekić, V., Staletić, M. (2011): Nasleđivanje dužine klasa i broja zrna u klasu kod hibrida pšenice. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 17/1 - 2, 19 - 26.

Petrović, S., Dimitrijević, M., Kraljević-Balalić, M. (2000): Genotipska i fenotipska međuzavisnost komponenata prinosa pšenice (*Triticum aestivum* L.). *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu* 24/1 - 2, 133 - 144.

Prodanović, S., Šurlan - Momirović, G., Perović, D., Stančić, I., Nikolić Z., Veselinović, Z. (1999 a): Promene strukture populacija pšenice pod uticajem bulk

selekcije. I. Srednje vrednosti i odnosi svojstava. Zbornik abstrakta „Drugi Kongres genetičara Srbije“. Sokobanja, 10 - 13.

Prodanović, S., Šurlan - Momirović, G., Jovanović, B., Menkovska, M. (1999 b): Promene strukture populacija pšenice pod uticajem bulk selekcije. II. Analiza podudarnosti u variranju svojstava. Zbornik abstrakta „Drugi Kongres genetičara Srbije“. Sokobanja, 10 - 13.

Prodanović, S., Šurlan - Momirović, G., Randelović, V., Sovrlić, M., Đurić, N., Stanisavljević, D. (2006): Deskripcija savremenih evropskih sorti pšenice prema UPOV. Zbornik abstrakta „III Simpozijum selekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije i IV naučno stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara Srbije“, 08/13. Zlatibor, 16 – 20.

Prodanović, S., Mandić, D., Rajčević, B., Randelović, V., Dimitrijević, B. (2009): Komparativne vrednosti osobina pšenice kod individualnih biljaka i biljaka u usevu. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 15/1 - 2, 27 - 31.

Prodanović, S., Janković, S., Dražić S. (2010): Changes of spike architecture during pedigree and bulk selection in wheat. 8th International wheat conference. St Petersburg, Russia, 1 - 4 june, pp. 396.

Protić, R., Spasojević, B., Scepanović, B., Đurić, N., Jugović, Z. (1998): Genetic potential for winter wheat grain yield and some yield components at the different sowing dates and quantities of nitrogen nutrition in the conditions of growth on the saline soil in Yugoslavia. Agricultural Academy, Plant Science, Bulgaria, XXXV/2, 154 - 161.

Purchase, J.L., Hatting, H., Deventer, C.S. (1999): Genotype x environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II Stability analysis of yield performance. South African Journal of Plant and Soil. 17/3, 101 – 107.

Roljević, S., Cvijanović, D., Sarić, R. (2011): Genetički resursi pšenice u svetu i Srbiji. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 17/1 - 2, 27 - 33.

Ruiz, M., Rodriguez - Quijano, M., Metakovsky, E.V., Vazquez, J.F., Carrillo, H. (2002): Polymorphism, variation and genetic identity of Spanish common wheat germplasm based on gliadin alleles. Field Crops Research, 79/2, 185 - 196.

Sabovljević, R., Simić, D., Stanković, Z., Đurić, N., Goranović, Đ. (2010): Korelacije i varijabilnost osobina semena pšenice proizvedenog na više lokacija. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 16/1 - 2, 27 - 34.

Sabovljević, R., Simić, D., Stanković, Z., Đurić, N., Goranović, Đ., Jokić, B., Radivojević, D. (2011): Varijabilnost i korelacije osobina semena pšenice proizvedenog na području PKB. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 17/1 - 2, 35 - 42.

Schuster, I., Vieira, E. S. N., da Silva, G. J., de Assis Franco, F., Marchioro, V. S. (2009): Genetic variability in Brazilian wheat cultivars assessed by microsatellite markers. Genet. Mol. Biol. 32/3 557 - 563.

Staletić, M., Đekić, V., Milovanović, M. (2013): Efikasnost Pc gena otpornosti prema narandžastoj rđi ovsu. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 19/1 - 2, 61 - 67.

Šurlan, M. G., Rakonjac, V., Prodanović, S., Živanović, T. (2005). Genetika i oplemenjivanje biljaka - praktikum, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Trkulja, D., Kondić, Š. A., Brbaklić, Lj., Kobiljski, B. (2011): Analiza veze marker - svojstvo za vreme klasanja i cvetanja pšenice korišćenjem pojedinačne marker regresije. Ratarstvo i povrtarstvo, 48: 113 - 120.

Ujević, M. (1988): Tehnologija dorade i čuvanja semena. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb, pp. 23 – 30.

Whittle, C.A., Otto, S.P., Johnston, M.O., Krochko, J.E., (2009): Adaptive epigenetic memory of ancestral temperature regime in *Arabidopsis thaliana*. Botany 87: 650 – 657.

Zečević, V., Knežević, D., Mićanović, D., Urošević, D., (2006): Varijabilnost komponenti tehnološkog kvaliteta ozime pšenice. Zbornik abstrakta „III Simpozijum selekcije za oplemenjivanje organizama društva genetičara Srbije i IV naučno stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva društva selekcionara i semenara Srbije“. Zlatibor, 16 – 20.

Prilog A 1

LSD - test za osobinu broj izdanaka

	LSD 0.05	LSD 0.01
A (sorta)	0,070168	0,120014
B (godina)	0,057292	0,097991
C (kategorija)	0,070168	0,120014
AC	0,121534	0,207871
AB	0,099232	0,169726
BC	0,099232	0,169726
ABC	0,171875	0,293974

LSD - test za osobinu broj klasića u klasu

	LSD 0.05	LSD 0.01
A (sorta)	0,202708	0,346711
B (godina)	0,165511	0,283088
C (kategorija)	0,202708	0,346711
AC	0,351101	0,600521
AB	0,286673	0,490324
BC	0,286673	0,490324
ABC	0,496532	0,849265

LSD - test za osobinu broj zrna u klasu

	LSD 0.05	LSD 0.01
A (sorta)	1,0301073	1,762
B (godina)	0,841133	1,438668
C (kategorija)	1,030173	1,762
AC	1,784312	3,051875
AB	1,456884	2,491846
BC	1,456884	2,491846
ABC	2,523395	4,316003

LSD - test za osobinu apsolutna masa zrna

	LSD 0.05	LSD 0.01
A (sorta)	0,703854	1,203867
B (godina)	0,574694	0,982953
C (kategorija)	0,703854	1,203867
AC	1,21911	2,085159
AB	0,9954	1,702525
BC	0,9954	1,702525
ABC	1,724083	2,94886

LSD - test za osobinu masa zrna u klasu

	LSD 0.05	LSD 0.01
A (sorta)	0,063825	0,109166
B (godina)	0,052113	0,089134
C (kategorija)	0,063825	0,109166
AC	0,110549	0,189082
AB	0,090263	0,154385
BC	0,090263	0,154385
ABC	0,156339	0,267402

BIOGRAFIJA

Mr Nenad Đurić rođen je 21.11.1971. godine u Pančevu. Diplomirao je na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu na Ratarskom odseku, kao prvi u generaciji 1996. godine sa prosečnom ocenom 8,53. Magistarsku tezu na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu odbranio je 2001. godine pod naslovom: „Genetička analiza nasleđivanja osobina hibrida F₁ i F₂ generacija nastalih dialelnim ukrštanjem sorata pšenice“. Od 1996. godine kao stipendista Ministarstva za nauku i tehnologiju raspoređen je u Institutu „PKB Agroekonomik“, Padinska Skela, na Odeljenju za selekciju pšenice, kao istraživač - saradnik. Od 2000. do 2002. godine bio je direktor Zavoda za ratarstvo i povrtarstvo u Institutu „PKB Agroekonomik“, a od 2004. do 2005. rukovodilac Odeljenja za selekciju pšenice u Institutu „PKB Agroekonomik“. Od 2005. godine je direktor Instituta PKB Agroekonomik. Autor ili koautor je četrdeset tri rada objavljena i/ili publikovana u zemlji i inostranstvu. Do sada je učestvovao na pet projekta finansiranih od strane Ministarstva nauke. Član je redakcionog i uređivačkog odbora i izdavačkog saveta časopisa „Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik“. Dobitnik je Godišnje nagrade Privredne komore grada Beograda za naučni doprinos 2005., 2007. i 2008. godine. Autor i koautor je dve sorte pšenice priznate u Srbiji („PKB Arena“ i „Pahuljica“), jedne sorte ječma („PKB Pivan“) i jedne sorte tritikalea („PKB Vožd“). Autor i koautor je nekoliko sorti pšenice priznatih u Evropskoj Uniji i postavljenih na OECD listu i evropsku listu priznatih sorata („PKB Vizelika“, „PKB Rodika“ i „PKB Kristina“). Koautor je dva hibrida kukuruza („Spartak“ - FAO 500; i „Markis“ - FAO 400). Govori engleski jezik. Oženjen je i otac jednog deteta

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Ненад Ђурић

Потписани-а _____

Број индекса или пријаве докторске дисертације 1317 _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:


Фенотипске промене и одржање генетичког идентитета при сортној

репродукцији пшенице

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска дисертација у целини ни у деловима 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/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 9.07.2013.

Потпис докторанда



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Ненад Ђурић

Име и презиме аутора _____

Број индекса или пријаве докторске дисертације 1317 _____

Студијски програм _____

Наслов докторске дисертације **Фенотипске промене и одржање генетичког идентитета при сортној репродукцији пшенице**

Ментор Проф. др Славен Продановић

Ненад Ђурић

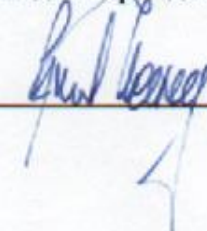
Потписани/а _____

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада. Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, 9.07. 2013.

Потпис докторанда



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Фенотипске промене и одржање генетичког идентитета при сортној репродукцији пшенице

која је моје ауторско дело.

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

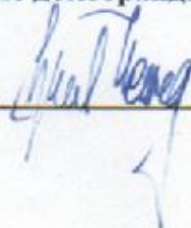
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

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

У Београду, 9.07.2013.

Потпис докторанда



1. Ауторство - Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.