

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Gordana R. Branković

**VARIJABILNOST I STABILNOST  
GENOTIPOVA PŠENICE ZA SADRŽAJ  
FITINSKE KISELINE I  
ANTIOKSIDANASA**

doktorska disertacija

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Gordana R. Branković

**VARIABILITY AND STABILITY OF  
WHEAT GENOTYPES FOR PHYTIC ACID  
AND ANTIOXIDANTS CONTENT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

MENTOR:

dr Gordana Šurlan-Momirović, redovni profesor,  
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Tomislav Živanović, redovni profesor  
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu,

dr Dejan Dodig, naučni savetnik, "Institut za  
kukuruz Zemun Polje", Beograd

dr Vesna Dragičević, viši naučni saradnik, "Institut  
za kukuruz Zemun Polje", Beograd

dr Desimir Knežević, redovni profesor,  
Poljoprivredni fakultet u Lešku, Univerzitet u  
Prištini

## ZAHVALNICA

*Najveću zahvalnost dugujem svom mentoru prof. dr Gordani Šurlan-Momirović, na dragocenim uputstvima i savetima pri izboru teme, vođenju disertacije, pozitivnom stavu i velikoj podršci tokom izrade teze. Prof. dr Gordana Šurlan-Momirović je izuzetna osoba na koju doktoranti uvek mogu da se oslone i računaju na pomoć.*

*Želim da izrazim veliku zahvalnost Institutu za kukuruz „Zemun Polje“-Beograd, Institutu za ratarstvo i povrtarstvo-Novi Sad i Institutu PKB Agroekonomik-Padinska Skela zbog ustupanja parcela radi izvođenje oglada, na osnovu kojih je ova doktorska teza izrađena. Posebnu zahvalnost dugujem Institutu za kukuruz „Zemun Polje“-Beograd, i naročito dr Vesni Dragičević, dr Mileni Simić i dr Slađani Žilić u čijim laboratorijama sam uradila hemijske analize. Zasluge dr Vesne Dragičević kao mog supervizora pri analizi hemijskih osobina su dragocene i neprocenjive, i puno sam od nje naučila, pre svega kako biti predan, vredan i požrtvovan naučnik. Veliku zahvalnost dugujem dr Dejanu Dodigu koji je bio moj supervisor pri izvođenju oglada i analizi agronomskih osobina, kao i u strukturiranju experimentalnog rada koji je prikazan u doktorskoj tezi. Od njega sam naučila puno, jer on kao vrhunski stručnjak u svojoj oblasti i kao izuzetan čovek, znanje ume da lepo i pristupačno prenese.*

*Zahvaljujem se dr Miroslavu Zoriću, izuzetnom biometričaru zbog nesebične pomoći pri statističkoj obradi eksperimentalnih rezultata. Prof. dr Desimiru Kneževiću, mom rukovodiocu projekta kroz koji će moji rezultati biti prikazani u formi više radova, želim da se posebno zahvalim zbog razumevanja i materijalne podrške na osnovu koje su kupljene neophodne hemikalije za izvođenje analiza. Dr Svetlani Antić-Mladenović, vanrednom profesoru Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, želim da se zahvalim za analiziranje uzoraka zemljišta sa lokaliteta na kojima sam posejala oglede.*

*Takođe, veliku zahvalnost dugujem svojim studentima sa Odseka za ratarstvo i povrtarstvo i Odseka za voćarstvo sa vinogradarstvom, koji su mi pomagali u setvi, žetvi i merenjima agronomskih osobina posejanih genotipova pšenice, kao i kolegama Kosti, Ivanu, Duletu i Milanu sa Odseka za mehanizaciju.*

*Nemerljivu zahvalnost upućujem mojoj divnoj porodici na podršci, i tezu posvećujem sestričini Ivi.*

# VARIJABILNOST I STABILNOST GENOTIPOVA PŠENICE ZA SADRŽAJ FITINSKE KISELINE I ANTIOKSIDANASA

mr Gordana R. Branković

## REZIME

Genetički materijal korišćen u ovom istraživanju je činilo 15 genotipova hlebne pšenice (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*) i 15 genotipova durum pšenice (*Triticum durum* Desf.). Ogledi sa izabranim sortimentom su bili posejani na tri lokaliteta: Rimski Šančevi, Zemun Polje i Padinska Skela tokom 2010-2011. i 2011-2012 godine. Ogledi su bili postavljeni po sistemu potpuno slučajnog blok dizajna u četiri ponavljanja. Cilj istraživanja je obuhvatao utvrđivanje: 1) varijabilnosti, komponenti varijanse i heritabilnosti za agronomske i hemijsko-tehnološke osobine; 2) međuzavisnosti agronomskih sa hemijsko-tehnološkim osobinama, primenom korelacione i multivarijacione analize radi sagledavanja mogućnosti primene indirektna selekcije na hemijsko-tehnološke osobine; 3) stabilnosti genotipova pšenice za sadržaj fitinske kiseline, antioksidanasa i drugih proučavanih hemijsko-tehnoloških osobina; 4) najboljeg predikcionog modela za sadržaj fitinske kiseline, antioksidanasa i proučavanih hemijsko-tehnoloških osobina, uključivanjem klimatskih faktora tokom vegetacionog perioda pšenice u model faktorijalne regresije. Merene su sledeće agronomske osobine: prinos zrna, masa hiljadu zrna, visina biljke, dužina klasa, broj zrna po klasu, dužina zrna, širina zrna, debljina zrna i koeficijent produktivnog bokorenja. Analizirane hemijsko-tehnološke osobine i metode određivanja su bile: fitinska kiselina po Latta i Eskin (1980) modifikovanoj po Dragičević i sar. (2011); neorganski fosfor ( $P_i$ ) po Pollman (1991), modifikovanoj po Dragičević i sar. (2011);  $\beta$ -karoten po AACC-American Association of Cereal Chemists (1995) 14-50; ukupni fenoli po Simić i sar. (2004); slobodne sulfhidrilne grupe proteina (PSH) po de Kok i sar. (1981); rastvorljivi proteini po Lowry i sar. (1951); staklavost zrna po Kaludjerski i Filipović (1998) (samo za genotipove durum pšenice).

Na osnovu analize varijanse utvrđeno je da je varijabilnost hemijsko-tehnoloških osobina bila pod najvećim uticajem sredine za: sadržaj fitinske kiseline i staklavost zrna durum pšenice; odnos fitinskog i neorganskog fosfora, ukupne fenole, PSH i rastvorljive proteine kod hlebne i durum pšenice. Genotip je preovladavao u variranju sadržaja neorganskog fosfora i  $\beta$ -karotena kod hlebne i durum pšenice, dok je genotip  $\times$  sredina

interakcija ostvarila najveći uticaj na variranje sadržaja fitinske kiseline kod hlebne pšenice. Heritabilnost u širem smislu je bila veoma visoka ( $> 90\%$ ) za sadržaj neorganskog fosfora (hlebna pšenica), odnos fitinskog i neorganskog fosfora (hlebna pšenica), sadržaj  $\beta$ -karotena (hlebna i durum pšenica); i visoka ( $80\text{--}90\%$ ) za sadržaj neorganskog fosfora (durum pšenica), odnos fitinskog i neorganskog fosfora (durum pšenica), sadržaj ukupnih fenola (hlebna pšenica). Najmanja vrednost za koeficijent genetičke varijacije je utvrđena za rastvorljive proteine ( $0,7\%$ ), dok je najveća zabeležena za sadržaj  $\beta$ -karotena ( $14,3\%$ ) kod durum pšenice. Najmanja vrednost za koeficijent fenotipske varijacije je utvrđena za sadržaj fitinske kiseline ( $3,6\%$ ), a najveća zabeležena za sadržaj PSH ( $17,6\%$ ) kod durum pšenice.

Primenom koordiniranja kroz prosečnu sredinu GGE biplota za proučavane hemijsko-tehnološke osobine izabrani su najpoželjniji genotipovi za ukrštanja u oplemenjivanju hlebne i durum pšenice po redosledu: za sadržaj fitinske kiseline Apache i 37EDUYT /07 br. 7849, za sadržaj neorganskog fosfora Abe (apsolutno stabilan) i Varano, za odnos fitinskog i neorganskog fosfora Pobeda i DSP-MD-01 br. 66, za sadržaj  $\beta$ -karotena Apache i 37EDUYT br. 7820, za sadržaj ukupnih fenola Stephens i 37EDUYT br. 7896, za sadržaj PSH Frankenmuth i 10/I, za sadržaj rastvorljivih proteina Zemunska rosa (apsolutno stabilan), za staklavost zrna 37EDUYT br. 7821 i 34/I.

Značajne korelacije koje su pri tome pokazale konzistentnost kroz proučavane sredine su postojale između sledećih hemijsko-tehnoloških osobina: fitinske kiseline i neorganskog fosfora (od  $0,648^{**}$  do  $0,822^{**}$ ), fitinske kiseline i  $\beta$ -karotena ( $-0,575^*$  i  $-0,519^*$ ), odnosa fitinskog i neorganskog fosfora i  $\beta$ -karotena ( $-0,584^*$  i  $-0,636^*$ ) kod hlebne pšenice;  $\beta$ -karotena i PSH ( $0,565^*$  i  $0,635^*$ ), PSH i rastvorljivih proteina (od  $0,530^*$  do  $0,824^{**}$ ), i fitinske kiseline i fenola ( $-0,522^*$  i  $-0,566^*$ ) kod durum pšenice. Utvrđeni su sledeći parovi značajno korelisanih agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina sa konzistentnošću kroz sredine: dužina zrna i fitinska kiselina ( $-0,640^*$  i  $-0,553^*$ ), visina biljke i fitinska kiselina ( $0,539^*$  i  $0,604^*$ ), dužina klasa i fitinska kiselina ( $-0,541^*$  i  $-0,561^*$ ), prinos i rastvorljivi proteini ( $-0,639^*$  i  $-0,547^*$ ) kod hlebne pšenice; debljina zrna i  $\beta$ -karoten ( $-0,782^{**}$  i  $-0,550^*$ ), prinos zrna i staklavost zrna ( $-0,733^{**}$  i  $-0,559^*$ ), koeficijent produktivnog bokorenja i staklavost zrna (od  $-0,674^{**}$  do  $-0,518^*$ ), širina zrna i PSH ( $0,545^*$  i  $0,551^*$ ), masa hiljadu zrna i  $\beta$ -karoten (-

0,666\*\* i -0,614\*), širina zrna i  $\beta$ -karoten (-0,691\*\* i -0,537\*) kod durum pšenice. GT analizom utvrđeno je postojanje pozitivne povezanosti između fenola i  $\beta$ -karotena (hlebna i durum pšenica), fitinske kiseline i PSH (hlebna pšenica), i fenola i PSH (durum pšenica). Utvrđena je negativna povezanost fitinske kiseline sa  $\beta$ -karotenom i sa fenolima (hlebna pšenica), kao i sa svim proučavanim antioksidansima (durum pšenica).  $\beta$ -karoten i PSH su bili u negativnoj asocijaciji kod hlebne pšenice, i u pozitivnoj kod durum pšenice. Odnos PSH i fenola je bio neodređeniji i pozitivan odnos je postojao u tri sredine, i negativan u tri kod hlebne pšenice. Staklavost zrna durum pšenice je bila negativno povezana sa svim antioksidansima i pozitivno sa fitinskom kiselinom. Prinos zrna je imao negativan odnos sa svim proučavanim antioksidansima kod hlebne pšenice, i sa  $\beta$ -karotenom, fitinskom kiselinom i staklavošću zrna kod durum pšenice, dok je pozitivno bio povezan sa fenolima i PSH takođe kod durum pšenice. Odnos između prinosa zrna i fitinske kiseline kod hlebne pšenice nije bio postojan, u tri sredine je bio pozitivan, dok je u tri bio negativan. Dužina klasa je bila pozitivno povezana sa  $\beta$ -karotenom (hlebna i durum pšenica), kao i sa fenolima (durum pšenica). Visina biljke je imala pozitivan odnos sa PSH i sa fitinskom kiselinom (hlebna pšenica), i sa svim proučavanim antioksidansima (durum pšenica). Koeficijent produktivnog bokorenja je bio pozitivno povezan sa fitinskom kiselinom (hlebna pšenica), i sa fenolima i PSH (durum pšenica). Dužina zrna je imala pozitivan odnos sa svim proučavanim antioksidansima (durum pšenica). Broj zrna po klasu je bio u pozitivnoj asocijaciji sa  $\beta$ -karotenom i sa PSH (durum pšenica). Širina zrna, debljina zrna i masa hiljadu zrna su ostvarili pozitivnu asocijaciju sa PSH (durum pšenica). Širina i debljina zrna su bili pozitivno povezani sa fitinskom kiselinom (durum pšenica). Dobijenim modelima klimatskih faktora je veoma efikasno protumačena genotip  $\times$  sredina interakcija (> 91% sume kvadrata) za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa i drugih hemijsko-tehnoloških osobina.

Ključne reči: *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.-hlebna pšenica, *Triticum durum* Desf.-durum pšenica, fitinska kiselina, antioksidansi, stabilnost, prinos, GGE i GT biplot, faktorijalna regresija, korelacije

Naučna oblast: BIOTEHNIČKE NAUKE

Uža naučna oblast: GENETIKA

UDK broj: 633.11:631.527.5:641.1

# VARIABILITY AND STABILITY OF WHEAT GENOTYPES FOR PHYTIC ACID AND ANTIOXIDANTS CONTENT

mr Gordana R. Branković

## ABSTRACT

Genetic material used in this research was represented with the 15 genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*) and 15 genotypes of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Trials were sown at the three locations: Rimski Šančevi, Zemun Polje and Padinska Skela during 2010-2011. and 2011-2012 years. Trials were set up as random complete block design in four replicates. The objective of this study consisted of determination of: 1) variability, variance components and heritability of agronomic and chemical-technological traits for bread and durum wheat; 2) dependance of agronomic with chemical-technological traits, by using correlation and multivariate analyses, in order to assess possibility of indirect selection for chemical-technological traits; 3) stability of wheat genotypes for phytic acid and antioxidants content and other chemical-technological traits; 4) best predictive model for phytic acid, antioxidants content and other chemical-technological traits, by including climatic factors during vegetative period in the factorial regresion analysis. The following agronomic traits were measured: grain yield, thousand grain weight, plant height, spike length, number of grains per spike, grain length, grain width, grain thickness, coefficient of the productive tillering. Measured chemical-technological traits and methods of analyses were: phytic acid (Latta and Eskin (1980) modified by Dragičević et al. (2011)); inorganic phosphorus ( $P_i$ ) (Pollman (1991), modified by Dragičević et al. (2011));  $\beta$ -carotene (AACC-American Association of Cereal Chemists (1995) 14-50); total phenols (Simić et al. (2004)); free protein sulfhydryl groups (PSH) (de Kok et al. (1981)); soluble proteins (Lowry et al. (1951)); grain vitreousness (Kaludjerski and Filipović (1998) for durum wheat genotypes only).

Based on the analysis of variance it was determined that the variation of chemical-technological traits was predominantly influenced by environment for: phytic acid content and grain vitreousness in durum wheat; phytate and inorganic phosphorus relation, total phenols, PSH, soluble proteins in bread and durum wheat. Genotype predominated in the variation of the inorganic phosphorus and  $\beta$ -carotene content in bread and durum wheat, while the genotype  $\times$  environment interaction prevailed for the

variation of the phytic acid content in bread wheat. Heritability in broad sense for chemical-technological traits was: very high ( $> 90\%$ ) for inorganic phosphorus content (bread wheat), phytate and inorganic phosphorus relation (bread wheat),  $\beta$ -carotene content (bread and durum wheat); high (80-90%) for inorganic phosphorus content (durum wheat), phytate and inorganic phosphorus relation (durum wheat), total phenols content (bread wheat). The smallest value for coefficient of genetic variation was for soluble proteins (0,7%), and the highest for  $\beta$ -carotene (14,3%) in durum wheat. The smallest value for coefficient of phenotypic variation was for phytic acid content (3,6%), and the highest for PSH (17,6%) in durum wheat.

Average-environment coordination view of the GGE biplot was used for the selection of the most desirable genotypes for breeding. The most desirable genotypes of bread and durum wheat were for: phytic acid content-Apache and 37EDUYT /07 no. 7849, inorganic phosphorus content-Abe (absolutely stable) and Varano, phytate and inorganic phosphorus relation-Pobeda and DSP-MD-01 br. 66,  $\beta$ -carotene content-Apache and 37EDUYT no. 7820, total phenols content-Stephens and 37EDUYT no. 7896, PSH content-Frankenmuth and 10/I, soluble proteins content-Zemunska rosa (absolutely stable), grain vitreousness-37EDUYT no. 7821 and 34/I.

Significant and consistent correlations through examined environments were between following chemical-technological traits: phytic acid and inorganic phosphorus (from 0,648\*\* to 0,822\*\*), phytic acid and  $\beta$ -carotene (-0,575\* and -0,519\*), phytate and inorganic phosphorus relation and  $\beta$ -carotene (-0,584\* and -0,636\*) for bread wheat;  $\beta$ -carotene and PSH (0,565\* and 0,635\*), PSH and soluble proteins (from 0,530\* to 0,824\*\*), phytic acid and total phenols (-0,522\* and -0,566\*) for durum wheat. The pairs of significantly consistently correlated agronomic and chemical-technological traits were: grain length and phytic acid (-0,640\* and -0,553\*), plant height and phytic acid (0,539\* and 0,604\*), spike length and phytic acid (-0,541\* and -0,561\*), grain yield and soluble proteins (-0,639\* and -0,547\*) for bread wheat; grain thickness and  $\beta$ -carotene (-0,782\*\* and -0,550\*), grain yield and grain vitreousness (-0,733\*\* and -0,559\*), coefficient of productive tillering and grain vitreousness (from -0,674\*\* to -0,518\*), grain width and PSH (0,545\* and 0,551\*), thousand grains weight and  $\beta$ -carotene (-0,666\*\* and -0,614\*), grain thickness and  $\beta$ -carotene (-0,691\*\* and -0,537\*) for durum wheat. Genotype by trait biplot (GT) analysis revealed existence of

positive association between phenols and  $\beta$ -carotene (bread and durum wheat), phytic acid and PSH (bread wheat); phenols and PSH (durum wheat). Negative association was between phytic acid and  $\beta$ -carotene, and also with phenols (bread wheat), and also with all examined antioxidants (durum wheat).  $\beta$ -carotene and PSH were negatively associated for bread wheat and positively for durum wheat. Relation between PSH and phenols was more vague, and positive relationship existed in three environments, and negative in three, for bread wheat. Grain vitreousness was negatively associated with all examined antioxidants and positively with phytic acid (durum wheat). Grain yield had negative association with all examined antioxidants in bread wheat; and with  $\beta$ -carotene, phytic acid and grain vitreousness in durum wheat, and positive with phenols and PSH. Relation between grain yield and phytic acid wasn't consistent, in three environments was positive, and in three negative for bread wheat. Spike length was positively associated with  $\beta$ -carotene (bread and durum wheat), and with phenols (durum wheat). Plant height had positive relation with PSH and phytic acid (bread wheat), and with all examined antioxidants (durum wheat). Coefficient of productive tillering was positively associated with phytic acid (bread wheat), phenols and PSH (durum wheat). Grain length showed positive relation with all examined antioxidants (durum wheat). Number of grain per spike was positively associated with  $\beta$ -carotene and PSH (durum wheat). Also grain width and thickness and thousand grain weight were positively associated with PSH (durum wheat). Grain width and thickness were positively associated with phytic acid (durum wheat). Obtained models of climatic variables proved their's efficiency in explaining genotype environment  $\times$  interaction (> 91% of sum of squares) for phytic acid and antioxidants content, and also for the rest of the chemical-technological traits.

Key words: *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.-bread wheat, *Triticum durum* Desf.-durum wheat, phytic acid, antioxidants, stability, yield, GGE and GT biplot, factorial regression, correlations

Scientific field: BIOTECHNICAL SCIENCES

Especial topic: GENETICS

UDK number: 633.11:631.527.5:641.1

## SADRŽAJ

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Uvod .....                                                                            | 1   |
| 2. Cilj rada .....                                                                       | 4   |
| 3. Pregled literature .....                                                              | 5   |
| 3.1. Agronomske osobine pšenice .....                                                    | 5   |
| 3.2. Hemijsko-tehnološke osobine pšenice .....                                           | 13  |
| 4. Radna hipoteza .....                                                                  | 29  |
| 5. Materijal i metode rada .....                                                         | 30  |
| 5.1. Biljni materijal i poljski ogled .....                                              | 30  |
| 5.2. Klimatski i zemljišni uslovi tokom vegetacionog perioda pšenice .....               | 34  |
| 5.3. Agronomske i hemijsko-tehnološke osobine pšenice .....                              | 38  |
| 5.4. Statistička analiza podataka .....                                                  | 39  |
| 6. Rezultati istraživanja .....                                                          | 43  |
| 6.1. Deskriptivna statistika za agronomske i hemijsko-tehnološke osobine pšenice .....   | 43  |
| 6.1.1. Hlebna pšenica ( <i>Triticum aestivum</i> L. ssp. <i>vulgare</i> ) .....          | 43  |
| 6.1.2. Durum pšenica ( <i>Triticum durum</i> Desf.) .....                                | 45  |
| 6.1.3. Testiranje značajnosti razlika hlebne i durum pšenice za proseke<br>osobina ..... | 47  |
| 6.2. Prosečne vrednosti, analiza varijanse i Tukey test značajnosti .....                | 49  |
| 6.2.1. Agronomske osobine pšenice .....                                                  | 49  |
| 6.2.2. Hemijsko-tehnološke osobine pšenice .....                                         | 82  |
| 6.3. Komponente varijanse, heritabilnost i koeficijenti varijacije .....                 | 112 |
| 6.3.1. Agronomske osobine pšenice .....                                                  | 112 |
| 6.3.2. Hemijsko-tehnološke osobine pšenice .....                                         | 114 |
| 6.4. Stabilnost genotipova pšenice procenjena GGE biplotom .....                         | 116 |
| 6.4.1. Fitinska kiselina .....                                                           | 116 |
| 6.4.2. Neorganski fosfor .....                                                           | 118 |
| 6.4.3. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora .....                                       | 120 |
| 6.4.4. $\beta$ -karoten .....                                                            | 123 |
| 6.4.5. Ukupni fenoli .....                                                               | 125 |
| 6.4.6. Slobodne sulfhidrilne grupe proteina .....                                        | 127 |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.4.7. Rastvorljivi proteini .....                                                                                      | 129 |
| 6.4.8. Staklavost zrna .....                                                                                            | 131 |
| 6.5. Uticaj klimatskih faktora na genotip × sredina interakciju procenjen<br>faktorijalnom višestrukom regresijom ..... | 132 |
| 6.5.1. Fitinska kiselina .....                                                                                          | 133 |
| 6.5.2. Neorganski fosfor .....                                                                                          | 134 |
| 6.5.3. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora .....                                                                      | 136 |
| 6.5.4. β-karoten .....                                                                                                  | 138 |
| 6.5.5. Ukupni fenoli .....                                                                                              | 140 |
| 6.5.6. Slobodne sulfhidrilne grupe proteina .....                                                                       | 142 |
| 6.5.7. Rastvorljivi proteini .....                                                                                      | 144 |
| 6.5.8. Staklavost zrna .....                                                                                            | 146 |
| 6.6. Korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina pšenice .....                                                | 147 |
| 6.6.1. Hlebna pšenica ( <i>Triticum aestivum</i> L. ssp. <i>vulgare</i> ) .....                                         | 148 |
| 6.6.2. Durum pšenica ( <i>Triticum durum</i> Desf.) .....                                                               | 157 |
| 6.7. GT biplot po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama pšenice .....                                            | 166 |
| 6.7.1. Hlebna pšenica ( <i>Triticum aestivum</i> L. ssp. <i>vulgare</i> ) .....                                         | 166 |
| 6.7.2. Durum pšenica ( <i>Triticum durum</i> Desf.) .....                                                               | 173 |
| 7. Diskusija .....                                                                                                      | 179 |
| 8. Zaključak .....                                                                                                      | 202 |
| 9. Literatura .....                                                                                                     | 206 |

## 1. UVOD

Pšenica je euritopna biljna vrsta sa izraženim polimorfizmom što uslovljava širok areal gajenja od 67° N od Norveške, Finske, Rusije do 45° S do Argentine i Čilea (Carver, 2009). U pogledu nadmorske visine u Evropi se gaji do 1700 m, u Aziji do 4000 m, u Južnoj Americi do 3800 m, u Africi do 2000 m (Gatarić, 2005). Oko 95% pšenice koja se uzgaja u svetu je heksaploidna hlebna pšenica, dok preostalih 5% uglavnom čini tetraploidna durum pšenica (Dodig, 2010). Ozima pšenica za svoje uspevanje zahteva blage klimatske uslove i najuspešnije se gaji u umerenom pojasu između 30-50° severne geografske širine, i južno do 16° južne geografske širine. Pšenica je u 2012. godini u Srbiji gajena na 480.539 ha, sa ukupnom produkcijom od 1.910.914 t i prosečnim prinosom od 3,97 t ha<sup>-1</sup> (FaoStat, 2013). Proizvodnja pšenice na svetskom nivou tokom 2012. godine se odvijala na 216.638.762 ha sa ukupnom produkcijom od 674.884.372 t i prosečnim prinosom od 3,12 t ha<sup>-1</sup> (FaoStat, 2013). Uloga pšenice u ishrani čovečanstva je svrstava u najznačajnije trgovačke artikle, i već dugo vremena predstavlja merilo za cene ostalih poljoprivrednih proizvoda na svetskim berzama (Denčić i sar., 2012). Glavni regioni produkcije pšenice su delovi Rusije sa umerenom klimom, zapadna Evropa, centralni deo SAD, južna Kanada, oblast Mediterana, Severna Kina, Indija, Argentina i Australija.

Gajena pšenica i njeni bliski divlji srodnici pripadaju rodu *Triticum* L., koji je član plemena *Triticeae*, koje sadrži oko 300 različitih vrsta (Clayton i Renvoize, 1986). *Triticeae* su nastale prirodnom hibridizacijom pre 7-10000 godina u regionu nazvanom "Fertile Crescent" (Severni Egipat, Izrael, Palestina, Jordan, Severna Sirija, jugoistočna Turska i severni Irak) i njihovi divlji srodnici i dalje postoje u ovom regionu i predstavljaju vredne izvore gena za oplemenjivače pšenice (Blakeney i sar., 2009). Između *Triticum urartu* (AA genom) i pretka današnje divlje vrste *Aegilops speltoides* Tausch (SS genom) se desila hibridizacija koja je vodila nastanku *Triticum turgidum* genoma, koji predstavlja pretka moderne durum pšenice *Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.) Husn. *T. durum* je jedna od najstarijih gajenih biljnih vrsta u svetu, koja je domestifikovana najmanje 2000 godina pre hlebne pšenice (Morris i Sears, 1967), za vreme kasnog mezolita i ranog neolita, i gaji se uglavnom u severnoj Africi, Bliskom i Srednjem Istoku, koji se i smatraju centrom porekla i diverzifikacije vrste (Vavilov,

1951). *Triticum aestivum* L. (AABBDD) je nastala prirodnom hibridizacijom domestifikovane *Triticum turgidum* (AABB) sa *Aegilops tauschii* Coss. (DD genom), i od nje je nastala današnja hlebna pšenica *Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*. To se desilo najverovatnije pre 8000 godina u regionu današnjeg Irana, gde su introdukovane i odomaćene prve tetraploidne vrste pšenice, a gde se diploidna već gajila (Feldman i Sears, 1981; Tsunewaki, 2009). Arheološki nalazi otkrivaju da je centar domestikacije vrsta pšenice podudaran sa centrom porekla divljih predaka (El Ouafi, 2001). U Južnu Ameriku pšenica je prenešena u XVI veku, u Severnu Ameriku u XVII veku i nešto kasnije u Australiju (Gatarić, 2005).

Usled različitih fizičko-hemijskih osobina zrna hlebna i durum pšenica imaju različite namene i korišćenje. Mlevenjem hlebne pšenice se dobija brašno, dok se mlevenjem durum pšenice produkuje krupica. Funkcionalni delovi hlebne pšenice imaju različitu namenu-endosperm se koristi za dobijanje brašna, perikarp za stočnu hranu, klica kao dijetarni suplement tokoferola (vitamin E) i ulja. Hleb dobijen od pšeničnog brašna sadrži 77-78% ugljenih hidrata, 16-17% proteina, 1,2-1,5% ulja, 0,5-0,8% minerala (Ca, P, Fe, i drugi) i bogat je vitaminima grupe B (B1, B2, B3, B5, B6), dok pšenično zrna sadrži još i provitamin A, K1, vitamine E i F grupe (Glamočlija, 2012a; Glamočlija, 2012b). U procesu složene meljave pored glavnog proizvoda-brašna, sporedan proizvod su klice, koje se najviše koriste za izradu prehrambenih proizvoda dečje hrane jer su bogate kvalitetnim jestivim uljima i imaju veliku vitaminsku vrednost, a takođe imaju primenu i u farmaceutskoj industriji (Glamočlija, 2012a). Veoma mala količina pšeničnog brašna se koristi u industrijske svrhe kao skrob i gluten (Morrison, 1988). Sporedni proizvodi složene meljave pšeničnog zrna, su još i mekinje, koje predstavljaju spoljašnje delove zrna, omotače, klicu i jedan deo aleuronskog sloja, i imaju veliku hranljivu vrednost. Sadrže proteine, ugljene hidrate, ulja, minerale, celulozu i od njih se proizvodi koncentrovana stočna hrana. Durum pšenica poseduje zrna koja su tvrđa, krupnija, staklavija, sa višim sadržajem proteina, ksantofila, vlažnog i suvog glutena u odnosu na hlebnu pšenicu. Mlevenjem durum pšenice se dobija krupica koja služi za dobijanje prehrambenih produkata-raznih vrsta testenine, te kuskusa (na Bliskom Istoku i severnoj Africi) i bulgur hleba (na Bliskom i Srednjem Istoku). Krupica dobijena mlevenjem durum pšenice ne podleže dezintegraciji pri kuvanju i obezbeđuje dobru teksturu i mehaničku snagu produktima. Smatra se da je

odsustvo D genoma odgovorno za redukovanje pekarskog kvaliteta durum pšenice u odnosu na hlebnju (Lafiandra i sar., 2000).

Iako pšenica predstavlja osnovnu hranu čovečanstva, tek u toku poslednjih 10 godina se više pažnje posvećuje fitinskoj kiselini i antioksidansima (fenoli, karotenoidi, tokoferoli, slobodne sulfhidrilne grupe proteina i drugi), sa zdravstvenim koristima u redukciji rizika oboljevanja od različitih bolesti (Fardet i sar., 2008). Antioksidansi su jedinjenja koja sprečavaju i zaustavljaju oksidacione procese ili pak usporavaju napredovanje oksidacije supstrata (Slavin i sar., 1999). Fitinska kiselina predstavlja antinutritivni faktor, jer kao polivalentni anjon stvara helate sa važnim mikronutrijentima kao što su magnezijum, kalcijum, cink, gvožđe, mangan i bakar, koje ljudi i monogastrične životinje izlučuju u vidu mešovitih soli, što dovodi do njihovog ozbiljnog nedostatka u ishrani, naročito kod siromašnih ljudi i stanovnika zemalja u razvoju (Reichwald i Hatzack, 2008; Branković i sar., 2011). Fitinska kiselina izaziva zagađivanje i eutrofikaciju vodenih ekosistema fosforom, koji se neiskorišćen izlučuje životinjskim ekskrementima.  $\beta$ -karoten ima ulogu pomoćnog i fotoprotektivnog pigmenta u fotosintezi, jer sprečava degradaciju hlorofila (Cunnigham i Gantt, 1998). Takođe reaguje sa nascentnim kiseonikom i superoksidnim anjonima, proizvedenim tokom fotosinteze ispoljavajući antioksidativno dejstvo.  $\beta$ -karoten predstavlja prekursor vitamina A, čije su dobrobiti potvrđene za zdravlje očnog sistema, efikasniju apsorpciju gvožđa iz biljnih izvora, pravilan razvoj koštanog sistema, a ima i antikarcinogeni efekat. Fenoli imaju antioksidativno, antimutageno, antimikrobijalno i antiinflamatorno dejstvo (Drankhan i sar., 2003; Dykes i Rooney, 2007; Žilić i sar., 2009; Kumar i sar., 2011). Ostvaruju ulogu u sprečavanju degenerativnih bolesti, bolesti srca i kancera, koje izazivaju reaktivni atomi-superoksidni anjon ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidroksilni ( $HO^{\cdot}$ ) i peroksi radikali ( $ROO^{\cdot}$ ), azotni oksid ( $NO^{\cdot}$ ), peroksi nitrit ( $ONOO^{\cdot}$ ) (Dykes i Rooney, 2007). Sulfhidrilne grupe proteina predstavljaju najveći deo antioksidanasa u ljudskom telu, i imaju značajnu ulogu u odbrani od oksidativnog stresa. Ukupne sulfhidrilne grupe su sadržane u slobodnoj formi kao što je tripeptid glutation ili su vezane za proteine. Učestvuju u detoksikaciji, signalnoj transdukciji, apoptozi i drugim ćelijskim funkcijama. Smanjeni nivo sulfhidrilnih grupa je utvrđen pri hroničnoj disfunkciji bubrega, kardiovaskularnim bolestima, moždanom udaru, neurološkim poremećajima, dijabetesu (Prakash i sar., 2009).

## 2. CILJ RADA

Cilj rada uključuje utvrđivanje:

- varijabilnosti, komponenti varijanse i heritabilnosti 30 odabranih genotipova hlebne i durum pšenice za agronomske osobine: prinos zrna, masu hiljadu zrna, visinu biljke, dužinu klasa, broj zrna po klasu, dužinu zrna, širinu zrna, debljinu zrna, produktivno bokorenje.
- varijabilnosti, komponenti varijanse i heritabilnosti ispitivanih genotipova pšenice za hemijsko-tehnološke osobine: sadržaj fitinske kiseline, neorganskog fosfora, odnos fitinskog i neorganskog fosfora, antioksidanasa ( $\beta$ -karotena, ukupnih fenola i slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina) kao i rastvorljivih proteina. Za genotipove durum pšenice je takođe od značaja i utvrđivanje staklavosti zrna, kao važne tehnološke osobine kvaliteta proizvoda.
- međuzavisnosti agronomskih sa hemijsko-tehnološkim osobinama, u cilju utvrđivanja mogućnosti primene indirektna selekcije za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa i drugih proučavanih hemijsko-tehnoloških osobina, primenom korelacione i multivarijacione analize.
- stabilnosti genotipova pšenice za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa.
- najboljeg predikcionog modela za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa uključivanjem klimatskih faktora koji su postojali tokom vegetacionog perioda proučavanih genotipova pšenice u analizu.

### 3. PREGLED LITERATURE

#### 3.1. Agronomske osobine pšenice

Prinos zrna je rezultat brojnih razvojnih i fizioloških događaja za vreme vegetativnog ciklusa pšenice, i determinisan je sa tri glavne komponente: brojem klasova po biljci, brojem zrna po klasu i masom zrna (Poehlman, 1987). Prinos i komponente prinosa su pod kontrolom poligena i predstavljaju većinom kvantitativna svojstva. Aditivno-dominantni model nasleđivanja prinosa zrna kod genotipova hlebne pšenice je postavio Erkul i sar. (2010). Direktno oplemenjivanje na prinos može voditi u pogrešnom pravcu zbog složenog nasleđivanja ove kompleksne osobine koje je pod uticajem i genetičkih i sredinskih činilaca. U cilju uspešne oplemenjivačke strategije i efikasnosti selekcije potrebno je poznavati asocijaciju morfoloških i agronomskih osobina sa prinosom zrna. Oplemenjivački doprinos u povećanju prinosa pšenice je procenjen na 28-50% (Bell i sar., 1995), dok je preostalih 50-72% povezano sa napredovanjem agronomske prakse (Araus i sar., 2004). Genetička dobit u oplemenjivanju hlebne pšenice je povezana sa povećanjem žetvenog indeksa i broja zrna po  $m^2$  (Reynolds i sar., 1999), kao i smanjivanjem visine biljke (Berger i Planchon, 1990). Royo i sar. (2005) su pratili promene prinosa i komponenti prinosa na 12 lokaliteta za 24 varijeteta durum pšenice koje su pripadale italijanskoj i španskoj germplazmi i trima periodima u pogledu nastanka: stare (pre 1945), srednjeg perioda (1950-1985) i moderne (1988-2000). Utvrdili su da je poboljšanje prinosa zrna bilo zasnovano na linearnom povećanju broja zrna po  $m^2$  i žetvenog indeksa, dok je masa zrna i biomasa ostala nepromenjena. Broj biljaka po  $m^2$ , broj klasova po biljci i broj zrna po klasu su doprineli sa 20%, 29% i 51% povećanju broja zrna po  $m^2$ . Potencijal za prinos hlebne i durum pšenice se značajno povećao sa povećanjem broja zrna po klasu, mase zrna po klasu i broja klasova po  $m^2$  (Cseuz i sar., 2008).

Na variranje komponenti prinosa kod pšenice utiču sorta, agrotehnička praksa i meteorološki faktori kao što su sezonska distribucija padavina, aktivne akumulirane temperature ( $\Sigma t > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), prosečne temperature, trajanje osunčanosti, topli i suvi vetrovi, vlažnost vazduha (Lv i sar., 2013). U svom arealu gajenja pšenica je izložena različitom dijapazonu klimatskih uslova tokom vegetativnog razvoja, temperaturama od  $-35^{\circ}\text{C}$  tokom faze mirovanja (Haji i Hunt, 1999) pa do preko  $40^{\circ}\text{C}$  tokom nalivanja zrna

(Elahmadi, 1994). Na prinos zrna veoma utiču promene u osunčanosti u periodu cvetanja pšenice (Mitchell i sar., 1996). Lobell i Field (2007) su zabeležili redukciju prinosa kod pšenice od 0,6-8,9% usled povećanja prosečne temperature od 1°C, dok su Barkley i sar. (2013) zabeležili pad prinosa od čak 21%. You i sar. (2009) su utvrdili značajnu redukciju prinosa pšenice usled povećanja temperature, i porast od 1,8°C redukuje prinos za 3-10%. Visoka temperatura u danima pre cvetanja vodi redukciji veličine zrna pšenice, a posle cvetanja redukuje trajanje nalivanja zrna (Stone i Nicolas, 1995). Tonkaz i sar. (2010) su primenili CERES simulacioni model za pšenicu i utvrdili su da povećanje prosečnih maksimalnih i minimalnih temperatura za 6°C vodi padu prinosa zrna od 30%. Nalley i sar. (2009) su utvrdili da je prosečna mesečna temperatura i osunčanost u periodu od 31 dana pre početka cvetanja najviše uticala na prinos pšenice u ogledima CIMMYT-a. Roberts i sar. (2013) su utvrdili da nedostatak pritiska vodene pare, parametra koji je vezan sa relativnom vlažnošću vazduha i koji utiče na evapotranspiraciju, evaporaciju i vlagu zemljišta, značajno utiče na prinos pšenice. Seibutis i sar. (2009) su istakli da je prinos zrna hlebne ozime pšenice bio značajno korelisan sa zimskim padavinama kao i padavinama u toku vegetacione sezone. Na prinos zrna veoma utiču i promene u osunčanosti u periodu cvetanja pšenice (Mitchell i sar., 1996). Landau i sar. (2000) su primenom statističkog modeliranja utvrdili pozitivan efekat osunčanosti na stadijume ranog reproduktivnog razvoja i cvetanje zbog većeg intenziteta fotosinteze. Takođe su Ahmed i sar. (2010) i Li i sar. (2010) utvrdili značajne promene prinosa pšenice usled variranja u temperaturi i osunčanosti. Usled progresivnih klimatskih promena na svetskom nivou, nedostatka vodnih resursa, kao i pogoršanja ekoloških odnosa u agroekosistemima, produkcija pšenice u takvim uslovima postaje sve aktuelnija (Singh i Chaudhary, 2006). Tolerantnost na glavne abiotičke stresove, a pre svega sušu je jedan od osnovnih uslova stabilnosti prinosa i njeno poboljšanje predstavlja izazov genetičarima i oplemenjivačima (Eid, 2009).

Masa hiljadu zrna je merilo veličine, oblika, gustine zrna i predstavlja indikator prinosa krupice, odnosno potencijala pšenice u mlinskoj industriji (Blakeney i sar., 2009). Ramya i sar. (2010) su izvršili detekciju QTL-ova za masu hiljadu zrna korišćenjem 185 rekombinantnih inbred linija pšenice i primenom kompozitnog intervalnog mapiranja (CIM) uz pomoć 169 SSR markera. Identifikovano je ukupno 10

QTL-ova koji učestvuju u determinaciji mase hiljadu zrna na hromozomima 1A, 1D, 2B, 2D, 4B, 5B, i 6B. Utvrđeno je takođe da je masa hiljadu zrna varirala u intervalu 24,6-31,6 g sa koeficijentom fenotipske varijacije ( $CV_f$ ) od 20,5-24,9%. Aditivno-dominantni model nasleđivanja mase hiljadu zrna kod genotipova hlebne pšenice je postavljen prema Erkul i sar. (2010). Na masu hiljadu zrna hlebne pšenice od meteoroloških faktora najznačajniji uticaj imaju prosečne temperature, osunčanost i brzina vetra (Lv i sar., 2013). Gate (2007) je utvrdio da maksimalne temperature veće od 25°C značajno redukuju masu hiljadu zrna kod pšenice. Povećanje temperatura skraćuje period naliivanja zrna (Wheeler i sar., 1996). Ahmed i Hassan (2011) su postavili regresioni model kojim je utvrđeno postojanje pozitivnog odnosa između broja zrna po m<sup>2</sup>, mase hiljadu zrna i prinosa zrna pšenice sa osunčanošću tokom cvetanja i zrelosti. Masa hiljadu zrna ima visoke vrednosti heritabilnosti (94-97%) i pod većim je uticajem genotipa nego sredine (Nachit i sar., 1995). Dodig i sar. (2012) su testirali 20 lokalnih populacija hlebne pšenice u poređenju sa 80 regionalnih i svetskih genotipova pšenice u uslovima punog navodnjavanja i veštački proizvedenim uslovima suše na jednom lokalitetu tokom četiri godine. Primenom ANOVA su utvrdili značajan ( $P < 0,001$ ) uticaj genotipa, sredine i njihove interakcije na masu hiljadu zrna kod ispitivanih genotipova pšenice, sa najvećim uticajem spoljne sredine. Cseuz i sar. (2008) navode da je prosečna masa hiljadu zrna za 62 sorte hlebne pšenice i osam sorata durum pšenice u sušnjoj i toplijoj godini iznosila 37,6 g u odnosu na hladniju i vlažniju kada je iznosila 45,5 g. Kasif i Khaliq (2004) su na osnovu 5 × 5 dialela hlebne pšenice dobili da je prosečna masa hiljadu zrna iznosila 38,0 g sa procenjenom heritabilnošću u širem smislu od 71,5% i sa  $CV_f$  i koeficijentom genetičke varijacije ( $CV_g$ ) od 8,5% i 7,2%. Khalid i sar. (2011) su za 42 genotipa ozime hlebne pšenice procenili heritabilnost u širem smislu za masu hiljadu zrna na 61,3% dok je interval variranja iznosio 22-40 g. Mohammadi i sar. (2011) su utvrdili da je za 24 genotipa jare durum pšenice prosečna masa hiljadu zrna iznosila 41,6 g sa procenjenom heritabilnošću u širem smislu od 56,9% i sa  $CV_g$  od 5,2%, kao i značajnim ( $P < 0,01$ ) uticajem genotipa i genotip × sredina interakcije.

Visinu biljke čine dužina različitih članaka stabljike i dužina klasa. Visina biljke je pozitivno korelisana sa dužinom internodija a naročito sa dužinom druge internodije od vrha stabljike (Zhao i Wang, 2003; Yao i sar., 2011). Genski sistem nasleđivanja

visine biljke je kompleksan, jer iako visina biljke predstavlja kvantitativno svojstvo, u nasljeđivanje su uključeni i major geni. Postoje mnogobrojni *Rht* geni za redukciju visine biljke kod pšenice, ali samo *Rht-B1b* (*Rht1*), *Rht-D1b* (*Rht2*) i *Rht8* se intenzivno koriste u oplemenjivanju, i oni su smešteni na 4BS, 4DS, i 2DS hromozomima (Ellis i sar., 2002, Zhang i sar., 2011). Ovi geni redukuju visinu biljke putem smanjenja osetljivosti reproduktivnih i somatskih tkiva na endogene gibereline (Sial i sar., 2002). Smanjeno izduživanje ćelija rezultuje u smanjenoj dužini internodija, manjoj visini biljke, manjoj dužini koleoptila i manjoj površini listova klijanaca (Worland i sar., 1998). Royo i sar. (2005) su pratili promene prinosa i komponenti prinosa varijeteta durum pšenice koje su pripadale trima periodima u pogledu nastanka: stare (pre 1945), srednji period (1950-1985) i moderne (1988-2000). Utvrdili su da se visina biljke pšenice najviše promenila kroz dekadu oplemenjivanja, tj. smanjila se za 0,81% po godini kao posledica unošenja *Rht-B1* gena za patuljasti rast. Nakon perioda u oplemenjivanju pšenice poznatog kao zelena revolucija sorte pšenice karakteriše manja visina, pozitivan odgovor na agrotehničke mere i đubrenje, kao i potencijal da daju viši prinos u odnosu na više sorte (Khush, 2001). Marza i sar. (2006) su utvrdili pet glavnih QTL-ova za visinu biljke kod pšenice na hromozomima 2BL, 2BS, 2DL, 4B i 6A. Heidari i sar. (2012) su na osnovu kompozitnog intervalnog mapiranja 107 duplih haploida hlebne pšenice utvrdili da je u nasljeđivanje visine biljke uključeno 36 različitih QTL-ova. Kompozitno intervalno mapiranje 234 duplih haploida pšenice su primenili Zhang i sar. (2011) i utvrdili postojanje 25 QTL-ova za visinu biljke, koji su bili smešteni na hromozomima 1A, 1B, 2A, 2B, 2D, 3B, 3D, 4B, 5A, 6A, 6B, 6D, 7A, 7B, i 7D. U većini dialelnih studija na pšenici koji su pratile nasljeđivanje visine biljke kod pšenice je utvrđena parcijalna dominantnost sa aditivnim genskim efektima (Khan i Habib, 2003; Riaz i Chowdhry, 2003; Yao i sar., 2011), dok su superdominantnost dobili Nazeer i sar. (2004) i Saleem i sar. (2005). Ahmad i sar. (2013) su proučavali nasljeđivanje visine biljke kroz  $5 \times 5$  potpuni dialelni sistem genotipova hlebne pšenice sa visokim i niskim sadržajem fitinske kiseline (3:2) i postavili su aditivno-dominantni model u nasljeđivanju visine biljke sa preovlađujućim aditivnim genima. Odsustvo epistaze u nasljeđivanju visine biljke su naveli mnogi autori (Gurmani i sar., 2007; Allah i sar., 2010; Yao i sar., 2011). Prosečna visina biljke za 62 sorte hlebne pšenice i osam sorata durum pšenice je u sušnjoj i toplijoj godini iznosila 56,6 cm u odnosu na

hladniju i vlažniju kada je iznosila 98,3 cm (Cseuz i sar., 2008). Gulnaz i sar. (2011) su utvrdili da je za 300 genotipova hlebne pšenice visina biljke bila u intervalu 62-134 cm sa prosečnom vrednošću od 97,3 cm i procenjenom heritabilnošću u širem smislu od 80% i sa  $CV_f$  od 8,3% i  $CV_g$  od 7,4%. Mohammadi i sar. (2011) su utvrdili da je za 24 genotipa jare durum pšenice prosečna visina biljke iznosila 82 cm sa procenjenom heritabilnošću u širem smislu od 88,7%, sa  $CV_g$  od 7,9% i statistički značajnim ( $P < 0,01$ ) uticajem genotipa dok je genotip  $\times$  sredina interakcija bila neznačajna. Mohammadi i sar. (2012) su ispitivali uticaj navodnjavanja na visinu biljke 18 genotipova hlebne pšenice i primenom ANOVA su utvrdili najveći uticaj faktora godine ( $P < 0,01$ ) na ekspresiju osobine u navodnjavanjem i u sušnim uslovima gajenja. Tayyar (2008) je primenom ANOVA pokazao kao najuticajniji efekat godine ( $P < 0,001$ ) na variranje visine biljke 14 genotipova hlebne pšenice, čiji je interval variranja bio od 78,1-103,3 cm.

Dužina klasa predstavlja jednu od važnih komponenti prinosa, i izvor asimilata najbliži kariopsisu. Struktura klasa čini da on ima najviše koristi u korišćenju svetlosti u odnosu na druge delove biljke (Sharma i sar., 2003). Zajedno sa osjem ostaje duže zelen u odnosu na druge delove biljke. Zbog ovih osobina klas doprinosi sa 20-30% akumulaciji suve mase u zrnima (Thorne, 1965). Nasleđivanje dužine klasa kod genotipova durum pšenice je pod kontrolom epistatičnih efekata, naročito bigenske epistaze, koja je izraženija u odnosu na aditivne i dominantne efekte, koji su takođe značajni (Nanda i sar., 1981; Dhindsa i Bains, 1987). Značaj aditivnih gena u nasleđivanju dužine klasa kod pšenice, koja može biti fiksirana u ranim generacijama usled visoke vrednosti heritabilnosti utvrdili su mnogobrojni autori (Riaz i Chowdhry, 2003; Ahmed i Khaliq, 2007; Songsri i sar., 2008). Aditivno-dominantni model nasleđivanja dužine klasa kod genotipova hlebne pšenice postavljen je prema Erkul i sar. (2010), dok su superdominantnost utvrdili Bakhsh i sar. (2003) i Inamullah i sar. (2006). Wei i Wu (1990) su naveli da je dužina klasa kvalitativna karakteristika na koju utiče jedan major gen sa nekoliko modifikujućih gena. Dodig i sar. (2012) su utvrdili značajan ( $P < 0,001$ ) uticaj genotipa, sredine i njihove interakcije na dužinu klasa za lokalne populacije pšenice, kao i regionalne i svetske genotipove pšenice, sa najvećim uticajem genotipa. Dužina klasa je za navedene tri grupe genotipova pšenice varirala u intervalima: 7,6-10,8 cm sa prosečnom vrednošću od 9,6 cm i sa  $CV_f$  od 10,2% (lokalne

populacije); 6,9-11,6 cm sa prosečnom vrednošću od 8,6 cm i sa  $CV_f$  od 12,3% (regionalni genotipovi); 6,7-10,0 cm sa prosečnom vrednošću od 8,1 cm i sa  $CV_f$  od 10,1% (svetski genotipovi). Eid (2009) je testirao četiri linije hlebne pšenice i njihovo potomstvo u uslovima navodnjavanja i suše. Interval variranja dužine klase u uslovima navodnjavanja je iznosio 8,0-9,7 cm i heritabilnost u širem smislu je procenjena na 59,6%, dok je u uslovima suše iznosio 7,9-9,6 cm i heritabilnost u širem smislu je bila 54,8%, dok je  $CV_f$  iznosio 4,3%. Petrović i sar. (2007) su ispitivali 10 sorata hlebne pšenice na zemljištu tipa ritska crnica i dobili interval variranja za dužinu klase od 7,1-9,7 cm sa procenjenom heritabilnošću u širem smislu od 57,9 % dok su  $CV_f$  i  $CV_g$  iznosili 10,4% i 7,9%.

Broj zrna po klasu zavisi od broja klasića po klasu, broja cvetića po klasiću, efikasnosti polinacije i razvoja semena u cvetićima. Ovaj parametar direktno utiče na prinos zrna pšenice ali može da se modifikuje pod dejstvom sredine, što otežava oplemenjivačke napore za poboljšanje (Zečević i sar., 1998; Knežević i sar., 2012). Fethi i Mohamed (2010) su utvrdili da su dominantni efekti i dominantna epistaza bili važniji od aditivnih efekata i drugih epistatičkih komponenti u determinisanju broja zrna po klasu kod durum pšenice. Umerene temperature vazduha pre početka izduživanja stabla pšenice produžavaju period formiranja klasića, i vode uvećanom broju zrna po klasu (Lv i sar., 2013). Istraživanje Lv i sar. (2013) na hleбноj pšenici je pokazalo postojanje značajne ( $P < 0,01$ ) korelacije broja zrna po klasu sa prosečnom temperaturom u martu i aprilu ( $r = -0,514$ ). Niže prosečne temperature u martu i aprilu (ispod  $11,7^{\circ}\text{C}$ ) su odlagale diferencijaciju klase i značajno uvećale broj zrna po klasu. Ahmed i sar. (2011a, b) i Dawson i Wardlow (1989) su istakli značaj visokih temperatura pre faze klasanja u opadanju vijabilnosti polena i smanjenju broja zrna po klasu. Prosečan broj zrna po klasu za 62 sorte hlebne pšenice i osam sorata durum pšenice je u sušnjoj i toplijoj godini iznosio 30,0 g u odnosu na hladniju i vlažniju kada je iznosio 39,9 g (Cseuz i sar., 2008). Dodig i sar. (2012) su utvrdili značajan ( $P < 0,001$ ) uticaj genotipa, sredine i njihove interakcije na variranje broja zrna po klasu za lokalne populacije pšenice, regionalne i svetske genotipove pšenice, sa najznačajnijim uticajem sredine. Broj zrna po klasu je u trima grupama genotipova pšenice varirao u intervalima: 20,8-35,1 sa prosečnom vrednošću od 23,9 i sa  $CV_f$  od 13,7% (lokalne populacije); 23,0-50,2 sa prosečnom vrednošću od 35,0 i sa  $CV_f$  od 13,1% (regionalni

genotipovi); 20,5-36,6 sa prosečnom vrednošću od 28,9 i sa  $CV_f$  od 15,6% (svetski genotipovi). Petrović i sar. (2007) su dobili interval variranja za broj zrna po klasu kod hlebne pšenice od 23,5-33,6 sa procenjenom heritabilnošću u širem smislu od 41,8% dok su  $CV_f$  i  $CV_g$  iznosili 15,9% i 10,3%.

Jedna od glavnih odlika sindroma domestifikacije (osobine koje razlikuju domestifikovane vrste od divljih predaka) kod žitarica je povećanje veličine zrna (Brown i sar., 2009). Arheobotanički dokazi iz regiona "Fertile Crescent" ukazuju da je prelaz od diploidne divlje einkorn pšenice (*Triticum monococcum* ssp. *aegilopoides*,  $A^m A^m$ ) i tetraploidne emmer pšenice (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* BBAA) ka domestifikovanim formama (*T. monococcum* ssp. *monococcum* i *T. turgidum* ssp. *dicoccum*) povezano sa trendom povećanja zrna (Fuller, 2007). Zbog uticaja na prinos povećanje veličine zrna je glavni selekциони izazov u oplemenjivanju tetraploidne (*Triticum durum* Desf.) i heksaploidne pšenice (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) (Gegas i sar., 2010). Teorijski modeli predviđaju da bi se prinos brašna povećao kada bi se optimizirao oblik i veličina zrna pšenice, sa poželjnim velikim i sferičnim zrnima koji bi predstavljali morfološki optimum (Evers i sar., 1990). Oblik i veličina zrna utiču na hektolitarsku masu, sadržaj proteina, aktivnost hidrolitičkih enzima, što utiče na pekarski kvalitet i kvalitet krajnjeg proizvoda (Evers, 2000). Morfologija zrna je analizirana u istraživanjima mnogobrojnih autora u mapirajućim populacijama (Dholakia i sar., 2003; Breseghello i Sorrels, 2007; Sun i sar., 2009). Ustanovljeno je da je veličina zrna nezavisna od oblika zrna kod hlebne pšenice, kao i kod primitivnih vrsta pšenice, i da postoji velika redukcija fenotipske varijabilnosti oblika zrna u savremenoj germplazmi pšenice kao rezultat skorašnjeg efekta genetičkog uskog grla. Gegas i sar. (2010) su u cilju identifikovanja genetičke osnove variranja veličine i oblika zrna istraživali nekoliko različitih populacija rekombinantnih duplih haploida, koje su obuhvatile širok spektar fenotipske varijabilnosti veličine i oblika zrna, u elitnoj germplazmi ozime hlebne pšenice kao i u širokoj klasi predaka pšenice. U ovom istraživanju je identifikovano više QTL-ova sa najvećim efektom na veličinu i oblik zrna, i oni su locirani na hromozomima 1A, 3A, 4B, 5A i 6A. Korišćenjem 185 rekombinantnih inbred linija pšenice i primenom kompozitnog intervalnog mapiranja (CIM) uz pomoć 169 SSR markera izvršena je detekcija QTL-ova za dužinu i širinu zrna hlebne pšenice (Ramya i sar., 2010). Identifikovano je ukupno 6 QTL-ova za

dužinu zrna na hromozomima 1A, 2B, 2D, 5A, 5B, 5D, i 9 QTL-ova za širinu zrna na hromozomima 1D, 2B, 2D, 4B, 5B i 5D. Morfometrijska analiza je pokazala da je pšenično zrno evoluiralo od dugačkih i tankih zrna primitivnih vrsta do širih i kraćih zrna modernih vrsta. Fizičke karakteristike u koje spada dužina, širina i debljina zrna su indikatori procesnog kvaliteta pšenice u mlinskoj i prerađivačkoj industriji (Blakeney i sar., 2009). Manja zrna imaju manji odnos endosperma i perikarpa u odnosu na veća zrna i proizvode manju količinu brašna (Marshall i sar., 1986; Samaan, 2007), stoga se dužina, širina i debljina zrna smatraju indikatorima mlinskog kvaliteta genotipova pšenice (Berman i sar., 1996). Selekcija na uvećano zrno je rezultovala u većem prinosu brašna (Wiersma i sar., 2001). Breseghello i Sorrels (2006) su utvrdili postojanje značajne pozitivne korelacije između dužine zrna i ocene mlinskog kvaliteta tj. parametra proisteklog iz prinosa brašna, dužine zrna i separacionog indeksa endosperma, kao i između dužine zrna i drobljivosti. Baker i sar. (1999) i Morgan i sar. (2000) su ustanovili postojanje zavisnosti veličine zrna i odnosa vode i brašna pri mešanju testa.

Bokorenje predstavlja specifično podzemno granjanje primarnog stabla pšenice i obrazovanja izdanaka ili sekundarnih stabala iz čvora bokorenja (Glamočlija, 2012a). Bokorenje ima važnu ulogu u produktivnosti žitarica, i uglavnom se dešava od glavne ose biljke (bokori glavne ose), dok sekundaran izvor bokorenja predstavljaju bokori koleoptila koji se razvijaju u zemlji od nodusa u osnovi koleoptila. Proces se odvija pri temperaturama između 6°C i 20°C, i počinje 2-3 nedelje nakon setve, a nastavlja se posle zimskog perioda kod hlebne pšenice. Na intenzitet bokorenja utiču ishrana biljke, gustina, vreme setve i sklonost sorte ka obrazovanju sekundarnih izdanaka (Glamočlija, 2012a). Produktivno bokorenje predstavlja broj razvijenih sekundarnih stabala po jednoj biljci koji nose klas. Koeficijent produktivnog bokorenja predstavlja odnos broja klasova u fazi sazrevanja i broja prezimelih biljaka izbrojanih na proleće. Produktivno bokorenje predstavlja važnu osobinu pšenice, jer prinos zrna zavisi od broja biljaka, broja klasova po biljci, broja zrna po klasu i mase zrna (Gulnaz i sar., 2011). Liang i Richards (1994) su utvrdili pozitivnu zavisnost bokorenja iz koleoptila i brzog ranog vigora pšenice. Poznavanje genetičke osnove i načina nasleđivanja produktivnog bokorenja doprinosi uspešnom oplemenjivanju visoko-prinosnih genotipova. Produktivno bokorenje je pod kontrolom ne samo genetičkih činilaca, već u znatnoj

meri i ekoloških faktora, kao i mineralne ishrane, prevashodno azotom (Pavlović, 1997). Madić i sar. (2006) su pratili nasleđivanje, genske efekte i komponente genetičke varijanse za produktivno bokorenje u  $F_1$  i  $F_2$  generacijama dobijenim dialelnim ukrštanjem pet divergentnih genotipova dvoredog ozimog ječma. Utvrđeno je da je nasleđivanje produktivnog bokorenja u  $F_1$  generaciji bilo parcijalno dominantno, dominantno i superdominantno, dok je u  $F_2$  bilo parcijalno dominantno ili je dominirao roditelj sa manjim brojem bokora. Slične rezultate su dobili Prodanović (1992) i Zečević i sar. (1995) koji su pratili nasleđivanje produktivnog bokorenja kod hlebne pšenice, i utvrdili su da su dominantni genski efekti bili značajniji od aditivnih, i potvrdili su značaj superdominacije u nasleđivanju ove osobine primenom regresione analize. Pržulj i sar. (1999) su istakli veći značaj dominantnih gena u odnosu na aditivne u nasleđivanju produktivnog bokorenja kod pšenice u pravcu smanjenja broja klasova po biljci. Istraživanje Lv i sar. (2013) na hleбноj pšenici je pokazalo postojanje značajne ( $P < 0,01$ ) pozitivne korelacije ( $r = 0,585$ ) između broja klasova i  $\Sigma t > 0^\circ\text{C}$  od setve do faze dormancije, dok je viša temperatura tokom zime povećala produkciju pšenice (Li i sar., 2009). Takođe su padavine ili navodnjavanje u proleće značajno povećale produktivno bokorenje. Leszczyńska i sar. (2007) su utvrdili da visoka gustina setve ne utiče na povećanje prinosa jer se bokorenje smanjuje, kao i produktivnost pojedinačnog klasa, dok se incidenca infekcija povećava, kao i stepen poleganja, naročito pri većoj aplikaciji azota. Pfeiffer i sar. (2000) su analizirali seriju oglada durum pšenice u periodu od 1991-1999 godine i izveli zaključak da je povećanje potencijala za prinos zrna savremenih sorata durum pšenice nastalo zbog povećanja biomase, tj. većeg broja zrna po  $\text{m}^2$ , kroz povećanje broja klasova po  $\text{m}^2$ , i/ili broja zrna po klasu uz tendenciju smanjenja mase hiljadu zrna. Protić i sar. (1988, 1999, 2009) su utvrdili postojanje značajne ( $P < 0,01$ ) korelacije između prinosa zrna i produktivnog bokorenja ( $r = 0,870$ ) kod hlebne pšenice.

### 3.2. Hemijsko-tehnološke osobine pšenice

Fitinska kiselina (*myo*-inositol (1,2,3,4,5,6)-hexakisphosphate ( $\text{InsP}_6$ )) predstavlja rezervnu formu fosfora (P) u semenu biljaka. Obuhvata jedan do nekoliko procenata suve mase semena, odnosno 50-85% ukupnog fosfora u semenu pšenice (Raboy, 2001a; Khan i sar., 2007; Yenagi i Basarkar, 2008). Količina fosfora u  $\text{InsP}_6$  poljoprivrednih

kultura predstavlja više od 50% unešenog fosfora u agroekosisteme mineralnim đubrenjem, na godišnjem nivou (Branković i sar., 2011). Najveći deo fitinske kiseline je u formi soli-fitina sa kalijumom, magnezijumom, kalcijumom, gvožđem, cinkom, manganom, koji su smešteni u mikrovakuolama i proteinskim telima-globoidima (Raboy, 2001b). Fitinska kiselina učestvuje u obavljanju važnih ćelijskih funkcija: dominantan je izvor inozitola u metaboličkim putevima inozitol fosfata (Safrany i sar., 1999); predstavlja ligand sekundarnih „messenger” molekula (Sasakawa i sar., 1995); učestvuje u popravljaju dvolančanih DNK prekida (Hanakahi i sar., 2000), transportu RNK iz jedra (York i sar., 1999), metabolizmu ATP-a (Safrany i sar., 1999) i fiziološkom odgovoru stoma na primenu apscisinske kiseline (Lemtiri-Chlieh i sar., 2000). U toku klijanja semena fitin razlaže endogena fitaza oslobađajući neorganski fosfor, *myo*-inozitol i mineralne elemente koji se koriste za rast i razvoj klijanca (Williams, 1970).  $\text{InsP}_6$  se akumulira i u drugim biljnim tkivima i organima kao što su polen, krtole, koren i razlog su velike rasprostranjenosti organskog fosfora u zemljištu u formi derivata fitinske kiseline (Branković i sar., 2011). Prema Raboy (2001a) fitinska kiselina i njeni pirofosfatni derivati imaju ulogu u obnavljanju ATP molekula, radi održavanja bazalnog metabolizma u najranijim fazama klijanja.

Fitinska kiselina je smeštena u klici, skutelumu, spoljašnjim frakcijama perikarpa i aleuronskom omotaču semena, dok nije prisutna u frakcijama endosperma (Hídvégi i Lásztity, 2002; Febles i sar., 2002; Guttieri i sar., 2004). Fitinska kiselina se akumulira u aleuronu pšeničnog zrna koje je prošlo normalan tok razvoja posle 28 dana i posle 23 dana kod zrna izloženog stresnim uslovima (Williams, 1970). Sinteza fitina predstavlja deo reakcije na stres i deo mehanizma za usporavanje metabolizma pre nastupanja dormantnosti, jer stvaranje helata sa metalnim katjonima kontroliše procese u kojima učestvuju fosfotransferaze, koji određuju energetske metabolizam ćelije (Branković i sar., 2011; Williams, 1970). Prema Febles i sar. (2002) fitinska kiselina i proteini formiraju komplekse, od kojih su mnogi nerastvorljivi zahvaljujući elektrostatičkim interakcijama, tj. biološki nedostupni u normalnim fiziološkim uslovima. Proteinske komplekse sa fitinskom kiselinom je teže razložiti proteolitičkim enzimima nego slobodne proteine (Fox i Tao, 1989).

Pšenica i druge žitarice su značajan izvor gvožđa (Fe) i cinka (Zn) i doprinose sa 44% dnevnom unosu Fe (15% iz hlebne pšenice) i sa 25% dnevnom unosu Zn (11% iz

hlebne pšenice) (Henderson i sar., 2007), međutim moderne sorte pšenice ih sadrže manje u odnosu na starije sorte (Fan i sar., 2008). Ishrana bogata fitinskom kiselinom u velikom stepenu snižava apsorpciju mikronutrijenata kao što su pomenuti gvožđe i cink, ali i magnezijum, kalcijum, mangan i bakar, koje ljudi i nepreživari (živina, svinje, ribe) izlučuju u vidu mešovitih soli. To može dovesti do njihove deficijencije i pojave različitih bolesti (malokrvnost, kardiovaskularne bolesti, tkivne hipoksije, poremećaja imunokompetencije itd.), naročito kod siromašnih i stanovnika zemalja u razvoju (Lönnerdal, 2002; Guttieri i sar., 2004; Khan i sar., 2007; Reichwald i Hatzack, 2008; Branković i sar., 2011). U SAD i Evropskoj Uniji se prave strategije za smanjivanje zagađivanja i eutrofikacije vodenih ekosistema fosforom, koji se neiskorišćen u kompleksu sa fitinskom kiselinom izlučuje životinjskim ekskrementima (Branković i sar., 2011). Usled neiskorišćenosti unešenog fosfora iz žitarica često se dodaju suplementi neorganskog fosfora ili granularna fitaza, u stočnu hranu, radi proizvodnje poboljšanog kvaliteta mesa, pri tome uvećavajući troškove proizvodnje, dok samo 50% fosfora iz fitina postaje dostupno (Centeno i sar., 2003; Reichwald i Hatzack, 2008; Branković i sar., 2011). Međutim iako fitinska kiselina predstavlja antinutritivni faktor, selekcija na nizak sadržaj fitinske kiseline može dovesti do smanjenja ukupnog fosfora i proteina u neželjenom smeru (Branković i sar., 2011). Prema Mladenović-Drinić i sar. (2009) sniženje sadržaja fitinske kiseline u velikom stepenu bi bilo kontraproduktivno zbog njene uloge helatora mineralnih elemenata, što je od značaja za metaboličku ravnotežu pre i tokom klijanja semena. Uz to postoje i istraživanja koja su pokazala da ona može imati i antioksidativno i antikancerogeno dejstvo, jer vezujući gvoždje smanjuje nastanak hidroksilnih radikala u debelom crvu (Harland i Morris, 1995; García-Esteva i sar., 1999). Takođe ona utiče pozitivno na vigor klijanaca i usporava razvoj aflatoksina u zrnu pšenice (Ortiz-Monasterio i sar., 2007; Tang i sar., 2008).

Fitin se u najvećoj količini nalazi u frakcijama mekinja (Tang i sar., 2008), do pet puta više nego u brašnu. Razlog tome je što se fitin nalazi u aleuronskom omotaču (više od 80%) pšeničnog zrna, i mlevenjem aleuronske ćelije pretežno ostaju sa česticama perikarpa (Branković i sar., 2011). Celo pšenično zrno sadrži 0,3-0,4% fitina dok mekinje sadrže do 5% (O'Dell i sar., 1972). Sadržaj fitinske kiseline u rafiniranom brašnu pšenice je procenjen na 2,0-4,04 mg/g, u brašnu od celog zrna na 6-10 mg/g, u mekinjama od 30,34-68,8 mg/g, dok je pšenična krupica sadržala 20,18-26,73 mg/g

(Camire i Clydesdale, 1982; García-Estapa i sar., 1999; Febles i sar., 2002). Vrednosti koji su prethodno navedeni autori dobili za durum pšenicu su bile za rafinirano brašno 9,4 mg/g, za mekinje 25,0 mg/g i za pšenična krupicu 9,9 mg/g. Prema Turksoy i sar. (2010) sadržaj fitinske kiseline i ukupnog fosfora se povećavao sa povećanjem stepena izbrašnjavanja i uzoraka hleba koji su poticali od različitih varijeteta hlebne pšenice. Za vreme pravljenja hleba degradacija fitinske kiseline se smanjivala sa povećanjem stepena izbrašnjavanja. Prosečna redukcija fitinske kiseline u uzorcima hleba dobijenih sa 65, 75, 85 i 100% stepenom izbrašnjavanja je bila 48,5%, 39,4%, 31,3% i 21,2%. Varijetet i stepen izbrašnjavanja su značajno uticali na sadržaj fitinske kiseline u hlebu.

Izolovani su mutanti (*lpa*) kod kojih je snižen sadržaj fitinske kiseline, zadržavajući sadržaj ukupnog fosfora nepromenjenim kod: kukuruza (Raboy i sar., 2000), ječma (Larson i sar., 1998), soje (Wilcox i sar., 2000) i pirinča (Larson i sar., 1998). Navedene mutacije ne interferiraju sa apsorpcijom i transportom fosfora ka semenima u razvoju već umanjuju sintezu fitinske kiseline. Genotip kukuruza sa *lpa1-1* mutacijom karakteriše redukovani sadržaj fitinske kiseline za 50-95% sa molarno ekvivalentnim povećanjem neorganskog fosfora ( $P_i$ ), dok je kod recesivnih homozigota za *lpa2-1* sadržaj fitinske kiseline smanjen za 50-75% uz ekvivalentno povećanje  $P_i$  i inozitol fosfata sa pet ili manje fosfornih estara (Raboy, 2001b). Introgresija *lpa* mutacija je postignuta povratnim ukrštanjem i *lpa1-1* varijeteti su bili vijabilni ali sa redukovanim prinosom za 5,5%, dok su *lpa2-1* varijeteti bili vijabilni ali sa nepovoljnim vrednostima agronomskih osobina, koje je teško unaprediti kratkoročnim oplemenjivanjem (Raboy, 2001b). Kod ječma mutacije *lpa1-1* i M635 smanjuju prinos za 15%, i mutacija M955 za 25% u odnosu na nemutantne izogene linije (Raboy, 2001a). Mutacija *lpa 1-1* smanjuje sadržaj fitinske kiseline u zrnju za 50%, M635 za 75% i M955 za 95%. Mutant pšenice (*Triticum aestivum* L.) za osobinu niskog sadržaja fitinske kiseline je predstavljen kao Js-12-LPA (Guttieri i sar., 2004). Zrna Js-12-LPA homozigota sadrže 48,2% fitinskog fosfora u odnosu na ukupni fosfor zrna, u poređenju sa nemutantnim genotipom Js-12-WT, kod koga je isti udeo 74,7%. Sadržaj neorganskog fosfora od 9,1% u Js-12-WT je povećan na 50,1% u Js-12-LPA. LPA fenotip je karakterisala promenjena distribucija ukupnog fosfora u zrnju, sa povećanim sadržajem u endospermu i smanjenim do tri puta u mekinjama (Guttieri i sar., 2006a). Sadržaj fitinske kiseline u frakciji mekinja je bio veći za 43%. Analiza nasleđivanja

kroz  $F_2$  i  $F_{4:6}$  familije je pokazala učešće dva gena u mutiranom fenotipu pšenice. Redukcija sadržaja fitinskog fosfora u Js-12-LPA mutantu je iznosila 37% i bila je manja od sniženja utvrđenih kod mutanata kukuruza i ječma ( $\approx$  50 do 95%). Prema Guttieri i sar. (2007) sadržaj neorganskog fosfora u LPA zrnima je bio veći 3,4 puta u odnosu na sadržaj u WT zrnima, dok je sadržaj fitinske kiseline bio smanjen 65% u odnosu WT fenotip. Sadržaj mineralnih elemenata u mekinjama je bio istovetan kod LPA i WT genotipova, dok je sadržaj Mg bio veći za 20% u brašnu LPA genotipova. Guttieri i sar. (2006b) su utvrdili da su LPA genotipovi jare pšenice tvrdog zrna i crvene boje imali zakasneli razvoj i redukovan prinos zrna za 8-25% u prinosnijoj sredini, delom usled smanjene veličine zrna. Kod tvrdih LPA genotipova pšenice bele boje zrna nisu postojale razlike u fazama razvoja i prinosu u odnosu na WT genotipove, ali su u prinosnijoj sredini LPA genotipovi imali manja zrna za 2,0-2,4 mg/zrno. LPA genotipove meke pšenice bele boje zrna je karakterisao raniji razvoj i niži prinos za 20-24% u prinosnijoj sredini, dok su im zrna bila teža i šira u odnosu na WT genotipove. LPA genotipovi tvrde pšenice nisu pokazali nepovoljne posledice na koncentraciju proteina u brašnu, sposobnost razvoja gasova i zapreminu hleba (Guttieri i sar., 2006b). Kod tvrdih sorata pšenice crvene boje zrna i LPA genotipova, farinografski tolerancioni indeks, apsorpciona moć, reološke karakteristike nisu bili lošiji.

Forme fosfora u zrnu koje se se smatraju dostupnim uključuju neorganski fosfor i celularni fosfor koji se nalazi u nukleinskim kiselinama, proteinima, lipidima i skrobu. U tehnološkoj zrelosti neorganski fosfor ( $P_i$ ) čini 5% ukupnog sadržaja fosfora normalnih zrna ili  $< 0,5$  mg/g, dok celularni fosfor obuhvata 20% ukupnog sadržaja fosfora normalnih zrna ili oko 1,0 mg/g (Raboy i sar., 2001). Prema Raboy (2001b) u normalnim zrnima kukuruza, neizmenjenim mutacijom na niži sadržaj fitinske kiseline, fitinski fosfor čini oko 80% ukupnog fosfora zrna, i on je nedostupan nepreživarima. U *lpa 1-1* mutiranim zrnima, fitinski fosfor je dosta snižen, ali bez promene sadržaja ukupnog ili ćelijskog fosfora. Redukcija fitinskog fosfora je praćena povećanjem neorganskog fosfora. Stoga je dostupni fosfor zrna dosta uvećan (73%) a nedostupni fosfor je dosta redukovan (27%). Semena mutiranog lpa fenotipa obično sadrže  $> 1,0$  mg/g neorganskog fosfora (Raboy, 2002). Visok sadržaj neorganskog fosfora je predstavljen kao HIP fenotip i razvijen je brz, osetljiv i jeftin metod za njegovo određivanje (Raboy i sar., 2000), što je od značaja za praktičnost oplemenjivanja.

Mladenovic-Drinic i sar. (2009) su analizirali 60 populacija kukuruza i utvrdili da se sadržaj neorganskog fosfora kretao u opsegu 0,35-1,29 mg/g sa prosekom od 0,65 mg/g. Utvrđena je negativna korelacija između fitinskog i neorganskog fosfora. Veća vrednost genetičke varijanse je utvrđena za sadržaj neorganskog fosfora naspram fitinskog fosfora u populacijama i inbred linijama kukuruza (Lorenz i sar., 2007; Lorenz i sar., 2008; Mladenovic-Drinic i sar., 2009). Bassiri i Nahapetian (1977) su utvrdili da je variranje udela fitinskog fosfora u ukupnom fosforu zrna pšenice bilo od 38-77% za sorte gajene u sušnim uslovima i od 73-94% za gajene u uslovima navodnjavanja. Utvrđen je značajan uticaj pozicionog efekta zrna na klasu na sadržaj neorganskog i fitinskog fosfora, pa je uočene razlike neophodno redukovati genetičkom manipulacijom ili agronomskom praksom. Velike razlike u osobinama semena u zavisnosti od pozicionog efekta na klasu je nepoželjno za ujednačeno nicanje, dobre osobine klijanca, preradu i kvalitet proizvoda (Calderini i Ortiz-Monasterio, 2003). Tang i sar. (2008) su za 43 sorte hlebne pšenice utvrdili postojanje značajne i pozitivne korelacije između sadržaja neorganskog fosfora i sadržaja Zn i Mn u celom zrnju i svim mlinskim frakcijama osim u mekinjama. Prema Guttieri i sar. (2004) linija pšenice Js-12-LPA sa *lpa1* genom u homozigotnom stanju je imala povećan sadržaj neorganskog fosfora sa 9,1% kod Js-12-WT na 50,1%. Osobina niskog sadržaja fitinske kiseline (LPA) je promenila distribuciju ukupnog fosfora u zrnju, povećavajući njegov sadržaj u endospermu i smanjujući ga u mekinjama. U mekinjama je sadržaj fitinske kiseline bio snižen za 43%, dok je sadržaj neorganskog fosfora bio povećan skoro četiri puta. Sadržaj neorganskog fosfora je varirao 0,29-0,39 mg/g za umerenu *lpa* familiju i 0,46-0,96 mg/g za izraženiju *lpa* familiju kod jare tvrde pšenice crvene boje zrna. Sadržaj neorganskog fosfora za *lpa* familiju kod jare tvrde pšenice bele boje zrna je varirao u intervalu 0,46-1,00 mg/g. Sadržaj neorganskog fosfora za *lpa* familiju za jaru meku pšenicu bele boje zrna je varirao od 0,59-1,37 mg/g. Na osnovu istraživanja koje su sprovedili Guttieri i sar. (2006b) u različitim genetičkim okruženjima i lokalitetima sadržaj neorganskog fosfora je bio povećan tri puta u semenima LPA pšenice u odnosu na nemutiranu. Prema Guttieri i sar. (2007) sadržaj  $P_i$  u brašnu LPA genotipova je bio 3-4 puta veći u odnosu na brašno WT genotipova, dok je ukupni fosfor bio veći za 20%.

Oksidativni stres može da se definiše kao toksičan efekat hemijski reaktivnih vrsta nastalih modifikacijom kiseonika (ROS), kao što su hidroksilni  $HO\cdot$ , peroksilni

ROO $\cdot$ , superoksidni radikali O $_2\cdot^-$ , ili mešovite vrste kiseonika i azota (RNS) kao što je azotni oksid (NO $\cdot$ ) i peroksinitrit (ONOO $^-$ ). Glavne ćelijske komponente koje mogu da pretrpe štetu dejstvom slobodnih radikala su lipidi (peroksidacija nesaturisanih masnih kiselina u membranama), proteini (denaturacija i/ili hidroliza), ugljeni hidrati i nukleinske kiseline (Blokina i sar., 2003).

Postoje dve osnovne klase karotenoida u žitaricama: 1) karoteni ( $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten), 2) ksantofili (zeaksantin, lutein,  $\beta$ -kriptoksantin) (de Oliveira i Rodriguez-Amaya, 2007). Karotenoidi predstavljaju pigmente rastvorljive u mastima, koji su smešteni u fotosintetičkim organelama. Njihova je uloga fotoprotektivna, jer apsorbuju svetlost kratkih talasnih dužina, sprečavajući degradaciju hlorofila (Cunnigham i Gantt, 1998), tako što dodatnom fluoroscencijom izračuju apsorbovanu svetlost na višim talasnim dužinama koje hlorofil može da iskoristi (Graham i Rosser, 2000). Takođe reaguju sa nascentnim kiseonikom i superoksidnim anjonima, proizvedenim u procesu fotosinteze i ostvaruju antioksidativno dejstvo (Ramachandran, 2010). Karotenoidi su kod žitarica pretežno smešteni u aleuronu, i manjim delom u perikarpu, nucelarnom omotaču i klici (Fulcher i Duke, 2002).  $\beta$ -karoten pruža bolju aromu plodovima i obezbeđuje duži period skladištenja.  $\alpha$ -karoten ima samo polovinu efikasnosti koju pokazuje  $\beta$ -karoten u sintezi vitamina A u ljudskom telu (Graham i Rosser, 2000).  $\alpha$ - i  $\beta$ -karoteni se uglavnom nalaze u klici dok je lutein ravnomerno raspoređen u semenu (Panfili i sar., 2004). Milioni ljudi u zemljama u razvoju, čija je ishrana zasnovana na žitaricama, pokazuju nedostatak vitamina A što može voditi slepilu, lošem stanju imunološkog sistema i ranoj smrti. Sadržaj  $\beta$ -karotena zavisi od varijeteta i tipa pšenice. Durum pšenica sadrži viši nivo  $\beta$ -karotena usled selekcije na žutu boju produkata, testenine i rezanaca, što je zahtev tržišta, kao i potrebom za što beljim brašnom hlebne pšenice, pa sorte hlebne pšenice imaju niži sadržaj  $\beta$ -karotena u odnosu na durum pšenicu. Prema Žilić i sar. (2012) sadržaj žutog pigmenta u mekinjama hlebne pšenice je iznosio 54% od ukupnog sadržaja u zrnju, dok je kod durum pšenice bio 64%. Međutim postoje i sorte hlebne pšenice sa visokim sadržajem beta karotena, tako da ova osobina nije izgubljena oplemenjivanjem hlebne pšenice. Lukow i sar. (2012) su utvrdili da je hlebna pšenica uzgajana na lokalitetu sa višim solarnim ozračivanjem imala veći sadržaj karotenoida u ranim fazama razvoja semena, što je služilo kao privremeni zaštitni mehanizam protiv fotostresa, do formiranja trajnog zašitnog omotača. Graham i

Rosser (2000) su pratili pojavljivanje karotenoida u zrnu pšenice sukcesivnom analizom zrna od cvetanja do pune tvrdoće. Utvrdili su maksimalni sadržaj ukupnih karotenoida u zrnu 12-15 dana od trenutka cvetanja.

Žuti pigment je esencijalni faktor kvaliteta zrna durum pšenice za preradu u testeninu. Definiše se kao sadržaj ekstrahovanih karotenoida endosperma i izražava se kao sadržaj  $\beta$ -karotena (mg) u 100g suve materije. Kod durum pšenice QTL-ovi za žuti pigment su locirani na hromozomima 6B i 7B (Pozniak i sar., 2007), 3B, 5B i 1A (Patil i sar., 2008), i 7A (Singh i sar., 2009). Kod hlebne pšenice QTL-ovi za žuti pigment su locirani na 3A (Parker i sar., 1998), 7A (Singh i sar., 2009) i 7B (Pozniak i sar., 2007). Prema Patil i sar. (2008) razvijeni su SCAR ("Karakteristična sekvenca umnoženog regiona") markeri za sadržaj žutog pigmenta i locirani su blizu Qyp.macs-7A gena. Povećanje sadržaja  $\beta$ -karotena u pirinču je postignuto genetičkom transformacijom („golden rice“), i integrisanjem PSY gena iz narcisa (*Narcissus pseudonarcissus* L.) i gena za fitoen desaturazu (Crt I) iz *Erwinia uredovora* Serrano 1928 (Ye i sar., 2000). Santra i sar. (2005) su pratili nasleđivanje  $\beta$ -karotena za šest ukrštanja roditelja izabranih među 60 genotipova durum pšenice kroz generacije  $F_1$ ,  $F_2$ , BCP<sub>1</sub>, BCP<sub>2</sub>. Procenjena je heritabilnost u širem smislu na 67-93% u svim ukrštanjima. Pretpostavljeno je da je sadržaj  $\beta$ -karotena pod kontrolom najmanje dva major gena, kao i dva ili tri minor gena za većinu ukrštanja. Dobijen je negativni heterozis (u odnosu na boljeg roditelja) i obrazac nasleđivanja je pripadao bigenskoj epistazi (uglavnom aditivni  $\times$  dominantni geni).

Fenoli sadrže benzenov prsten sa jednom ili više hidroksilnih grupa i uključuju: fenolne kiseline, flavonoide, kondenzovane tanine, kumarine, alkil-rezorcinole i uglavnom su lokalizovani u perikarpu, tj. frakciji mekinja žitarica (Dykes i Rooney, 2007). Najzastupljenija fenolna jedinjenja u zrnu pšenice su fenolne kiseline i flavonoidi, sa ferulinskom kiselinom kao preovlađujućom (Moore i sar., 2005). Fenolne kiseline kao što je ferulinska, vanilinska i p-kumarinska doprinose značajno antioksidativnim osobinama pšeničnog zrna (Gasztonyi i sar., 2011). Ortofenolna jedinjenja tj. fenolne kiseline sa višim sadržajem reaktivnih OH grupa u orto-pozicijama su povezane sa snažnim antioksidativnim karakteristikama (Bors i Michel, 2002). Eksperimenti *in vivo* su pokazali da polifenoli (tanini) smanjuju rizik od hroničnih bolesti jer redukuju oksidativni stres (Kim i sar., 2003). Meyer i sar. (1998) su utvrdili

da ferulinska, kafeinska i p-kumarinska kiselina redukuju oksidaciju lipoproteina niske gustine i sprečavaju aterosklerozu. Fenoli mogu delovati stimulatивно na rast biljaka, u niskim koncentracijama, iako ne spadaju u fitohormone (Dragičević, 2007). Drankhan i sar. (2003) su utvrdili da je u *in vitro* uslovima pšenica sa visokim sadržajem ortofenola uništavala ćelije kancera miša, što vodi ka zaključku da bi sličan efekat mogao postojati i kod ljudi s obzirom na prisutnost esteraza i kod ljudi i kod pacova. U mekinjama je većina antioksidanasa vezana za biljna vlakna, i njihova digestija u gastrointestinalnom sistemu povećava aktivnost i rastvorljivost vezanih fenolnih jedinjenja (Fardet i sar., 2008), što je razlog da ishrana zasnovana na celom zrnju žitarica utiče pozitivno na prevenciju raka debelog creva (Perez-Jimenez i Saura-Calixto, 2005). Konzumiranje proizvoda žitarica od celog zrna pomaže smanjivanju rizika od kardiovaskularnih bolesti, ishemije srca, dijabetesa tipa 2, metaboličkog sindroma i kancera gastrointestinalnog sistema (Dykes i Rooney, 2007).

Količina fenolnih jedinjenja se povećava u semenima tokom procesa starenja, usled gubitka integriteta ćelijske membrane pod dejstvom slobodnih radikala (Poornima i Udaiyan, 2000). Povećanje sadržaja rastvorljivih fenola u biljnim tkivima nastaje kao posledica razgradnje lignina tokom procesa rasta ili pri napadu patogena (Chen i Bradford, 2000). Fenoli doprinose alelopatskoj ekspresiji u mnogim žitaricama-pšenici, ovsu, pirinču, kukuruzu, sirku (Sen i sar., 1994; Baghestani i sar., 1999). Wu i sar. (2000) su utvrdili da su genotipovi pšenice sa najvišim vrednostima sadržaja fenolnih kiselina u izdancima i korenovima, pokazali najviši nivo alelopatije. Sadržaj ukupnih fenola ječma je varirao između genotipova i lokaliteta u trogodišnjem periodu i značajno je doprineo autotoksičnosti ječma (Oueslati i sar., 2009). Prema Li i sar. (2005) sorta pšenice crne boje zrna je imala najviši sadržaj ukupnih fenola i DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) aktivnost, i njihove vrednosti su bile dva puta veće za frakciju mekinja nego za brašno dobijeno od celog zrna. Utvrđena je pozitivna korelacija između ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti merene DPPH testom u frakciji mekinja ( $r = 0,86$ ) (Beta i sar., 2005) i u brašnu od celog zrna pšenice ( $r = 0,96$ ) (Li i sar., 2005). Prema Liu (2007) brašno dobijeno od celog zrna pšenice je imalo 83% sadržaja ukupnih fenola u frakciji mekinja/klica. Wang i sar. (2002) su utvrdili da fenoli utiču na elastičnost testa pšenice, preko oksidacionih reakcija. Lukow i sar. (2012) su utvrdili značajne razlike sadržaja fenolnih kiselina i flavonoida između sorata pšenice crvene i

bele boje zrna, ali je njihov kvantitet zavisio od fiziološke zrelosti, termičkog tretmana (smrzavanje) i lokaliteta. Prema Dinelli i sar. (2013) sadržaj ukupnih rastvorljivih i nerastvorljivih polifenola za genotipove durum pšenice u uslovima low-input tehnologije gajenja je bio 1,39-2,36 mg/g što je saglasno rezultatima Fares i sar. (2010), i sa značajnim ( $P < 0,001$ ) uticajem genotip  $\times$  godina interakcije. Prema Žilić i sar. (2011) sadržaj ukupnih fenola hlebne pšenice je bio 1,20-1,60 mg CE/g a.s. sa prosečnom vrednošću 1,30 mg CE/g a.s., a kod durum pšenice je bio u intervalu od 1,52-1,65 mg CE/g a.s. sa prosečnom vrednošću od 1,58 mg CE/g a.s.

Tiolna ili sulfhidrilna grupa (-SH) je visoko reaktivna i reaguje u povratnim reakcijama oksidacije sa elektrofilnim supstancama i predstavlja aktivnu grupu brojnih enzima (Leustek i sar., 2000; Dragičević, 2007). Ukupne tiole čine intracelularni i ekstracelularni tioli u slobodnoj formi kao što je glutathion i tioli vezani za proteine (Prakash i sar., 2009). Pored uloge u borbi protiv slobodnih radikala tioli imaju značajnu ulogu u detoksikaciji, signalnoj transdukciji, apoptozi. Sposobnost oksidacije i redukcije tiola je od značaja ne samo za odvijanje enzimskih reakcija već i za relativno jednostavni regulatorni redoks sistem (Dragičević, 2007). Antioksidansi obavljaju svoje funkcije združeno i uključuju seriju redoks reakcija. Slobodne sulfhidrilne grupe proteina (PSH) imaju važnu ulogu kao antioksidansi kod biljaka (Chernikova i sar., 2000), uklanjaju dejstvo slobodnih radikala i sprečavaju efekte stresa (Santos i Rey, 2006), redukuju tripsin inhibitore kao što je Kunitz-tripsin inhibitor (Kobrehel i sar., 1991). Glutathion  $\gamma$ -glutamil-cisteinil-glicin (GSH) predstavlja glavni neproteinski tiol kod biljaka i prisutan je u svim delovima ćelije: citosolu, endoplazmatičnom retikulumu, vakuolama, mitohondrijama (Jimenez i sar., 1998), gde obavlja mnogobrojne funkcije. Zajedno sa svojom oksidovanom formom (GSSG) glutathion održava redoks balans ćelije. GSH takođe učestvuje u redoks regulaciji genske ekspresije (Alscher, 1989) i ima ulogu redoks prekidača u ćelijskoj signalizaciji (Schafer i Buettner, 2001). GSH/GSSG par i redukovane SH grupe glutathiona mogu da učestvuju u regulaciji ćelijskog ciklusa (Sanchez-Fernandez i sar., 1997). Glutathionu pripada važna uloga u antioksidativnoj odbrani zbog sposobnosti regeneracije moćnog antioksidansa askorbinske kiseline preko askorbat-glutathion ciklusa (Noctor i Foyer, 1998). Cistein u okviru GSH neutralizuje peroksidni radikal i reaguje enzimatski sa superoksidnim i hidroksilnim radikalom kao i singlet kiseonikom (Blokhina i sar.,

2003). Glutation može direktno da reaguje sa slobodnim radikalima preko tiol disulfidne izmene, održavajući SH grupe proteina i enzima u metabolički aktivnoj formi (Gilbert i sar., 1990). Glutation predstavlja supstrat za glutathion peroksidaze koje redukuju vodonik peroksid i organske peroksidi, štiteći ćelijske proteine i membrane od oksidacije. Poremećaji u metabolizmu glutathiona mogu imati uticaja na razvoj Parkinsonove, Alchajmerove bolesti i slabljenje imuniteta (Adams i sar., 1991). Glutation ima ulogu u povećanju otpornosti biljaka na činioce stresa kao što su: hladnoća, toplota, suša, ozon, herbicidi, teški metali, zaslaničenje, patogeni (Xiang i sar., 2001; Dragičević, 2007).

Prema Loggini i sar. (1997) GSH/GSSG sistem je bio aktiviran za vreme dehidracije i rehidracije sorata pšenice izloženih suši, delujući protiv oksidacije tiolnih grupa rastvorljivih proteina. Ferreira i sar. (2008) su utvrdili da se prilikom nalivanja zrna durum pšenice glutathion akumulira sve do kraja perioda nalivanja u redukovanoj formi, dok za vreme dehidracije zrna GSH opada postepeno, bez recipročnog povećanja sadržaja GSSG. PSH (slobodne sulfhidrilne grupe proteina) prati povećanje sadržaja proteina, ali pri kraju perioda nalivanja zrna naglo opada. Snažna oksidacija PSH je praćena povećanjem polimera glutenina. Glutation je pretežno smešten u klici i u aleuronskom omotaču, a koncentracija u brašnu se povećava kako raste stepen izbrašnjavanja (Belitz i sar., 2009). Rhazi i sar. (2003) su proučavali status glutathiona za vreme razvoja zrna pšenice odnosno redukovani glutathion (GSH), glutathion disulfid (GSSG) i protein-glutathion mešoviti disulfid (PSSG) i utvrdili ulogu u kontroli stepena polimerizacije proteina što je važno za pekarski kvalitet. Chen i Schofield (1996) su pratili iste parametre tokom skladištenja brašna tvrde hlebne pšenice na 20°C. Sadržaj GSH je opao sa 149 nmol/g brašna na 85 nmol/g posle 10 dana skladištenja i potom je ostao konstantan do 40 dana. Pekarski kvalitet se povećao nakon prvih 10 dana skladištenja a potom je do 40 dana ostao konstantan. Prema Belitz i sar. (2009) vrednost za GSH hlebnog brašna dobijenog ekstrakcionom ratom od 64-68% je iznosio 18-100 nmol/g. Pšenica je jedinstvena među žitaricama i drugim proteinskim biljkama po mogućnosti pravljenja testa viskozno-elastičnih osobina koji je pogodan za pravljenje hleba, keksa, testenine i drugih prehrambenih produkata (Kokini i sar., 1994). Istraživanja interakcije proteina su pokazala da disulfidi imaju važnu ulogu u formiranju mreže proteina u testu (Schofield i Chen, 1995). Oksidujući i redukujući agensi se

koriste kao poboljšivači testa i utiču na S=S/-SH izmene (Li i Lee, 1998). Disulfid redukujući agensi su cistein, GSH, ditioeritritol, sulfit. Sulfhidril oksidujući agensi su bromat i jodat, sulfhidril blokirajuće agense čini N-etil-maleimid i oni primenom značajno menjaju fizičke osobine testa (Dong i Hoseneey, 1995). Purna (2010) je naveo da je moguća sulfhidrilna-disulfidna izmena proteina glutena za vreme formiranja testa. On je utvrdio da su SH subjedinice u HMW („High Molecular Weight“) i LMW („Low Molecular Weight“) subjedinici glutenina formirale interlančane veze. Do sličnih zaključaka je došao i Grosch (1986) koji je istakao važnost redukciono-oksidacionih reakcija koje uključuju SH/SS izmene glutena, i koje utiču na reološke osobine i pripremanje hleba. Trufanov i sar. (2000) su utvrdili postojanje pozitivne korelacije između aktivnosti enzima koji određuju SH/SS status rezervnih proteina zrna hlebne pšenice sa snagom, rastegljivošću, otporom testa i valorimetrijske vrednosti nezavisno od godine i lokaliteta, kao i negativne korelacije sa elastičnošću glutena, kondenzacijom testa i kapacitetom apsorpcije vode.

Korišćenje proteina iz žitarica u ishrani čini 63% ukupne potrošnje na svetskom nivou i više od 80% u zemljama u razvoju (Lin i sar., 2007). Tehnološki kvalitet brašna zavisi od odnosa monomernih i polimernih proteina (Sapirstein i Fu, 1998), kao i od kvantiteta i distribucije polimernih proteina po veličini (Johansson i sar., 2001). Zrelo pšenično zrno sadrži 8-20% proteina (Kukhtaité, 2004). Petrova (2007) je istakla da je za dobar kvalitet testenine poželjno da sadržaj proteina durum pšenice bude u intervalu od 12-16%. Klica i aleuronski omotač zrna pšenice sadrže > 30% proteina, endosperm ~13%, perikarp 7% (Belitz i sar., 2009). Klasifikacija proteina pšenice po Osborne (1907) na osnovu rastvorljivosti obuhvata četiri grupe: albumine (rastvorljivi u vodi), globuline (rastvorljivi u rastvorima soli), glijadine (rastvorljivi u razblaženom alkoholu), i glutenine (rastvorljivi u razblaženim bazama ili kiselinama). Različiti odnos različitih frakcija pšeničnih proteina zavisi od genotipa i činilaca sredine (Yan i sar., 2008), kao što je klima, zemljište, agrotehničke i meliorativne mere (Zhao i sar., 2005; Frances i sar., 2006; Yan i sar., 2007). Edwards (2010) je naveo da količina proteina zavisi od sredine i agrotehničkih mera, dok kvalitet proteina zavisi od genetičke kompozicije i interakcije genotip × sredina. Belitz i sar. (2009) su utvrdili da je distribucija proteinskih frakcija za hlebnu pšenicu bila: albumini (14,7%), globulini (7%), glijadini (32,6%), i glutenini (45,7%). Tao i sar. (2012) su analizirali 146

genotipova hlebne pšenice iz osam zemalja i ustanovili su sledeći sadržaj frakcija proteina: albumini (1,5-4,0% mase zrna) ( $CV_f = 20,5\%$ ), globulini (0,4-1,7% mase zrna) ( $CV_f = 33,3\%$ ), glijadini (1,4-5,8% mase zrna) ( $CV_f = 23,6\%$ ), glutenini (2,8-6,6% mase zrna) ( $CV_f = 17,0\%$ ).

Albumini i globulini čine 10-22% proteina pšeničnog brašna (Singh i MacRitchie, 2001). Albumini i globulini nemaju glavnu ulogu u kvalitetu brašna već manju u pecivosti pšeničnog brašna (Schofield i Booth, 1983). Obe proteinske frakcije su značajne sa nutritivnog stanovišta zbog visokog sadržaja esencijalnih aminokiselina kao što su lizin, triptofan, metionin, a takođe imaju viši sadržaj asparagina, glutamina, arginina, prolina u odnosu na gluten, i prisutni su u aleuronskom omotaču, embrionu i perikarpu, dok je njihova koncentracija u endospermu niska (Jaswinder i sar., 2001; Piergiovanni, 2007; Koehler i Wieser, 2013). Pored albumina frakciji proteina rastvorljivih u vodi pripadaju i enzimi polifenoloksidaze (PPO) i peroksidaze koje utiču na promenu boje i kvalitet pšeničnih proizvoda (Goesart i sar., 2005). Albumini imaju ulogu konstitutivnih i metaboličkih proteina sa enzimatskom, regulatornom, sintetičkom i inhibitornom aktivnošću (Carbonero i sar., 1993; Koehler i Wieser, 2013). U njih se ubrajaju amilaze i inhibitori različitih enzima kao što je  $\alpha$ -amilazni/tripsin inhibitor (Buonocore i sar., 1985), koji kontroliše amilaznu aktivnost, reguliše metabolizam skroba, kao i osmotski pritisak u različitim fazama razvoja zrna pšenice (Svensson i sar., 2004), zatim serpini (Østergaard i sar., 2000) i purotionini (Garcia-Olmedo i sar., 2002). Oni učestvuju u regulatornim funkcijama ćelije i vrše ulogu zajedno sa globulinima pri klijanju semena, kao i inhibitora insekatskih i gljivičnih patogena pre germinacije (Kuktaité, 2004). Smatraju se potencijalnim vidom otpornosti prema insektima pri stvaranju transgenih biljaka (Carlini i sar., 2002). Proteine rastvorljive u vodi kontrolišu geni na različitim homeolognim hromozomima: 1A, 1B, 1D, 3BS, 3DS, 4DL, 4BS, 7A, 7B i 7D (Yu i sar., 2013), i mogu poslužiti kao dobri biohemijski markeri za genetička istraživanja i oplemenjivanje (Wang i sar., 2008). Ashraf i O'Leary (1999) su utvrdili da se ukupni sadržaj rastvorljivih proteina kod jare hlebne pšenice povećao kao odgovor na slani stress, dok je Shonjani (2002) predložio njihovo korišćenje kao potencijalnih biohemijskih markera za identifikaciju biljaka otpornih na slani stres pored ostalih već korišćenih indikatora-prolina, glicin-betaina, trehaloze, manitola, antioksidativnih enzima (Grudarzi i Pakniyal, 2009). Tavakoli i sar. (2012) su utvrdili povećanje

sadržaja rastvorljivih proteina u izdancima kod 17 sorata hlebne pšenice izloženih salinitetu NaCl (16 dS/m) u trajanju od dve nedelje. Glutenski proteini glijadini i glutenini čine 80-85% ukupnih proteina brašna sa odnosom 1:1 kod hlebne pšenice i poseduju elastičnost i rastegljivost od značaja za funkcionalnost pšeničnog brašna (Shewry i sar., 1995). Glijadini su podeljeni u četiri grupe:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , i  $\omega$  na osnovu elektroforetske pokretljivosti pri nižim pH vrednostima (Woychik i sar., 1961). Glijadini su monomeri bez disulfidnih veza ( $\omega$ -glijadini) ili sa intra-lančanim disulfidnim vezama ( $\alpha$ ,  $\beta$ , i  $\gamma$  glijadini) (Müller i Wieser, 1997). Glijadini i glutenini pšenice su poznati još i kao prolamini i funkcionišu prvenstveno kao rezervni proteini (Waga, 2004). Frakciju glutenina sačinjava mešavina polimera subjedinica visoke i niske molekularne težine i oni utiču na elastičnost testa (Shi i sar., 2009). Glutenini zajedno sa glijadinima formiraju polimerne komplekse glutena. Gluteni su rezervni proteini žitarica i imaju značajnu ulogu u tehnološkom i nutritivnom kvalitetu žitarica. Viši sadržaj glutena doprinosi boljoj strukturi testa, ali i predstavlja problem zahvaljujući enteropatiji izazvanoj glutenom. Celijakija se javlja usled povećanog sadržaja glutaminske kiseline i prolina u glijadinima tj. predstavlja jednu od najčešćih netolerantnosti na hranu u svetu (Wieser i Koehler, 2008; Belitz i sar., 2009). U oksidaciji proteina učestvuju reaktivne vrste kiseonika, produkti peroksidacije, kao i drugi biomolekuli u neenzimskim reakcijama (Argirova i Breipohl, 2002; Dragičević, 2007). Oksidacija proteina vodi ka smanjenju udela rastvorljivih proteina (Yang i Sung, 1994) i pucanju membrane u aleuronu semena (Fath i sar., 2002), što vodi ka nekrozi tkiva (Dragičević, 2007).

Temperatura, đubrenje, dostupnost vode su najvažniji činioci sredine koji utiču na koncentraciju proteina pšeničnog brašna (Dupont i Altenbach, 2003). Sadržaj proteina u brašnu se značajno uvećava pri vodnom deficitu zbog veće asimilacije azota i niže akumulacije ugljenih hidrata (Malik, 2009). Navodnjavanje utiče negativno na sadržaj proteina u toku nalivanja zrna (Altenbach i sar., 2003), zbog slabije asimilacije azota i povećane asimilacije ugljenih hidrata (Ozturk i Aydin, 2004). Johansson i Svensson (1998) su utvrdili da temperatura za vreme nalivanja zrna jare pšenice utiče na sadržaj proteina. Pre cvetanja prinos i sadržaj proteina su pod uticajem genotipa, sredine, đubrenja azotom, agrotehničke prakse, što sve utiče na gustinu sklopa, razvoj korena i bokorenje, kao i na broj cvetova po klasu (Bahrman i sar., 2004). Posle

cvetanja rast zrna je pod direktnim uticajem temperature zemljišta i vazduha, dostupnosti azota i vlage, i sink kapaciteta lišća i izdanaka (Malik, 2009). Dodavanje azota nakon cvetanja povećava sadržaj proteina bez snižavanja prinosa, dok suša uzrokuje povećanje sadržaja proteina, ali i snižavanje prinosa zbog efekta toplote na produkciju skroba (Fowler, 2003). Koehler i Wieser (2013) su istakli da đubrenje različitim količinama azota ima neznatan uticaj na sastav albumina i globulina. Prosečne dnevne temperature, temperaturni interval, dužina trajanja osunčanosti i suma padavina su istaknuti kao meteorološki faktori koji su uključeni u determinaciju sadržaja proteina (Pan i sar., 2006). Temperatura (Daniel i Triboi, 2000), osunčanost (Spiertz, 1977) i padavine (Powelson i sar., 1992) za vreme nalivanja zrna mogu da utiču na sadržaj proteina. Suma padavina u Australiji u periodu od maja do septembra tj. od setve do klasanja je bila negativno povezana sa sadržajem proteina (Correll i sar., 1994), dok je povećanje temperature vazduha nakon cvetanja uticalo na sadržaj azota u zrnju i menjalo je sastav proteina (Wheeler i sar., 1996). Dužina nalivanja zrna pšenice zavisi od temperature posle cvetanja (Wheeler i sar., 1996) i usled dejstva visokih temperatura se pojavljuju manja i nenalivena zrna. Efekat visokih temperatura smanjuje akumulaciju ukupnih ugljenih hidrata i vodi povećanju sadržaja proteina zbog manje veličine zrna i rastvaranja asimiliranog azota, što je povezano sa dužinom trajanja perioda kada je biljka zelena po cvetanju (Smith i Gooding, 1999). Klimatske promene i povećan sadržaj CO<sub>2</sub> u atmosferi vode povećanju produktivnosti pšenice, ali i ka smanjenju koncentracije proteina i menjanju njihovog sastava (Hogy i Fangmeier, 2008).

Staklavost zrna durum pšenice se smatra jednom od najznačajnijih karakteristika kvaliteta za klasiranje i utiče na komercijalnu vrednost industrijskih proizvoda. Staklavost zrna je povezana sa granulacijom pšenične krupice, bojom i sadržajem proteina. Visok sadržaj žutog pigmenta, visok procenat staklavosti zrna, zadovoljavajuća test težina i sadržaj proteina, naročito glutena, predstavljaju osobine kvaliteta od primarnog interesa za korišćenje sorata durum pšenice u prehrambenoj industriji. Internacionalno klasiranje sorata durum pšenice se vrši prema stepenu staklavosti zrna i tvrdoći (Dexter i sar., 1988; Dowel i sar., 2000). Prema opštim uslovima kvaliteta durum pšenice kao sirovine za mlinsku industriju u našoj zemlji sadržaj potpuno staklavih zrna durum pšenice treba da je najmanje 60%. (Kaluđerški i Filipović, 1998). Obuchowski (1997) je naveo da je staklavost durum pšenice visoka

ako je  $> 75\%$ , srednja ako je u intervalu od  $60-75\%$  i niska ako je  $< 60\%$ . Matsuo i Dexter (1980) su istakli da kako procenat staklavih zrna opada udeo krupice pri mlevenju se smanjuje kao i sadržaj proteina, dok udeo brašna raste. Teorija vitifikacije pretpostavlja da akumulirani neredukujući šećeri i visoko hidrofilni proteini prelaze u staklavo stanje za vreme dehidracije, kada imobilisu membrane i makromolekule u citoplazmi, i sprečavaju njihovu denaturaciju i koagulaciju (Sakurai i sar., 2008). Hosene (1986) je istakao da kako se citoplazma endosperma suši, ona se skuplja, i proteinski matriks i granule skroba se čvrsto prilepljuju (staklava zrna) ili se kidaju ostavljajući vazdušne prostore (brašnava zrna). U uslovima navodnjavanja je dobijen niži interval variranja za osobinu staklavosti zrna od  $61,5-86,7\%$  kod genotipova durum pšenice, dok su više vrednosti dobijene u uslovima suvog ratarenja od  $77,4-99,0\%$  (Baum i sar., 1995). Rharrabi i sar. (2003) su utvrdili na osnovu ispitivanja 10 genotipova durum pšenice tokom dve sezone u severnoj i južnoj Španiji da su genotip, genotip  $\times$  sredina interakcija i sredina doprineli sa  $4,9\%$ ,  $25,5\%$  i  $52,4\%$  ukupnoj sumi kvadrata za osobinu staklavosti zrna. Istraživanja heritabilnosti za staklavost zrna durum pšenice su ukazala da je selekcija za staklavost zrna moguća u ranim generacijama razdvajanja, i da su najefikasnija ukrštanja u kojima majka ima visoko staklava zrna (Nachit i Asbati, 1987). Korkut i sar. (2007) su testirali 44 genotipa durum pšenice za staklavost zrna tokom dve sezone na šest lokaliteta u Turskoj i utvrdili su da su genotip, genotip  $\times$  godina, genotip  $\times$  lokalitet i genotip  $\times$  godina  $\times$  lokalitet učestvovali sa  $10,3\%$ ,  $5,3\%$ ,  $11,9\%$  i  $11,9\%$  u ukupnoj sumi kvadrata variranja. Prema Baum i sar. (1995) u sušnim uslovima gajenja genotip, sredina i genotip  $\times$  sredina interakcija su doprineli sa  $11,4\%$ ,  $70,0\%$  i sa  $16,9\%$  ukupnom variranjem za staklavost zrna, dok su u uslovima navodnjavanja u Mediteranskoj oblasti doprineli sa  $14,1\%$ ,  $58,1\%$ , i  $23,0\%$  ukupnoj sumi kvadrata.

#### 4. RADNA HIPOTEZA

Oplemenjivanje pšenice se tradicionalno vrši na povećanje prinosa i pekarskog kvaliteta dok je do sada malo pažnje posvećivano nutritivnoj vrednosti zrna i njenom poboljšanju kroz proces selekcije. Variranje nutritivnog kvaliteta je pod kontrolom genetičkih činilaca i uslova gajenja. Poznavanje varijabilnosti genotipova pšenice za sadržaj fitinske kiseline, kao antinutrienta i antioksidanasa, kao i drugih faktora koji utiču na kvalitet zrna, trebalo bi da bude osnova svakog oplemenjivačkog programa koji za cilj ima poboljšanje nutritivne vrednosti zrna, veću iskoristivost mineralnih elemenata i proteina, kao i smanjenje zagađenosti i eutrofikacije ekosistema.

U tezi se polazi od pretpostavke da će izabrani genotipovi hlebne i durum pšenice pokazati varijabilnost za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa, i drugih proučavanih hemijsko-tehnoloških osobina, kao i različitu stabilnost na različitim lokalitetima, tokom višegodišnjih ispitivanja, što će voditi izdvajanju najperspektivnijih i najstabilnijih genotipova za proučavane osobine. Od interesa je i utvrditi komponente varijanse, heritabilnost i koeficijente varijacije za proučavane osobine, kako bi se utvrdio uticaj genetičkih i sredinskih činilaca u njihovom ispoljavanju.

Očekuje se postojanje korelacione zavisnosti agronomskih osobina sa sadržajem fitinske kiseline i antioksidanasa. Takođe, pretpostavka je da će se dobiti važni predikcioni modeli za variranje sadržaja fitinske kiseline i antioksidanasa, i drugih proučavanih hemijsko-tehnoloških osobina, uključivanjem u analizu klimatskih faktora koji su postojali tokom vegetacionog perioda pšenice.

## 5. MATERIJAL I METODE RADA

### 5.1. Biljni materijal i poljski ogled

Genetički materijal korišćen u ovom istraživanju su činili genotipovi hlebne pšenice (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*) i durum pšenice (*Triticum durum* Desf.). Odabrano je ukupno 15 sorti i linija hlebne pšenice iz kolekcije Gen banke Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu i iz Instituta za kukuruz „Zemun Polje”, kao i 15 sorti i linija durum pšenice iz kolekcije Gen banke Instituta za kukuruz „Zemun Polje”. Nazivi (kodovi), poreklo i pedigree podaci ispitivanih genotipova hlebne i durum pšenice su prikazani u tabelama 1 i 2.

Ogledi sa izabranim sortimentom su bili posejani na tri lokaliteta: Rimski Šančevi-RS u okviru Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Zemun Polje-ZP u okviru Instituta za kukuruz „Zemun Polje” i Padinska Skela-PS u okviru Instituta PKB-Agroekonomik tokom 2010-2011. (skraćeno u daljem tekstu-11) i 2011-2012 (skraćeno u daljem tekstu-12) godine (slika 1). Ogledi su bili postavljeni po sistemu potpuno slučajnog blok dizajna (RCBD) u četiri ponavljanja. Ogledne parcelice je činilo pet redova dužine 1 m sa međurednim odstojanjem od 0,2 m. Sva merenja su obavljena na biljkama u tri središnja reda (osnovna parcelica površine 0,6 m<sup>2</sup>) kako bi se izbegao uticaj susednog genotipa. Na lokalitetu Zemun Polje je zbog opasnosti od napada ptica stavljena zaštitna mreža protiv ptica u toku poslednjih nekoliko nedelja pred žetvu (slika1).



Slika 1. Ogledi na lokalitetima Rimski Šančevi (levo), Zemun Polje (u sredini) i Padinska Skela (desno)

Tabela 1. Nazivi (kodovi), poreklo, tip i pedigre podaci ispitivanih genotipova hlebne pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.)

| Kod | Genotip         | Poreklo    | Tip     | Pedigre                                                                                                                                                                              |
|-----|-----------------|------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H1  | Žitarka         | Hrvatska   | ozima*  | OSK-6-30-20/SLAVONKA/3/EPHRAT-M-68/OSK-154-19//KAVKAZ                                                                                                                                |
| H2  | Stephens        | SAD        | ozima*  | NORD-DESPREZ//(CI-13438)PULLMAN-101                                                                                                                                                  |
| H3  | Renan           | Francuska  | ozima*  | MIRONOVSKAYA-808/MARIS-HUNTSMAN//VPM-1/MOISSON/3/COURTOT;<br>MIRONOVSKAYA-808/MARIS-HUNTSMAN/3/VPM-1/MOISSON//COURTOT;<br>MIRONOVSKAYA-808/MARIS-HUNTSMAN/3/VPM-1/MOISSON//9*COURTOT |
| H4  | Caldwell        | SAD        | ozima*  | PD-5724-B-3-5-P-8-2*2//SIETE-CERROS-66                                                                                                                                               |
| H5  | Abe             | SAD        | ozima*  | ARTHUR*4/3/PD-6028-A-2-15-9-2//RILEY*2/RILEY-67                                                                                                                                      |
| H6  | Auburn          | SAD        | ozima*  | SIETE-CERROS-66/ARTHUR//PD-6850/6/AFGHANISTAN(S)/PD-<br>5374/4/KNOX*2//FRONTANA/EXCHANGE/3/(SIB)RILEY/5/ARTHUR*5//ARTHUR(SIB<br>)/AGATHA/3/PD-6729                                   |
| H7  | Frankenmuth     | SAD        | ozima*  | NORIN-10/BREVOR(SELECTION-14)//YORKWIN/3/2*GENESEE(A-3141)/4/(A-<br>5115)GENESEE*3/REDCOAT                                                                                           |
| H8  | Apache          | Francuska  | ozima*  | AXIAL//NRPB-84-4233                                                                                                                                                                  |
| H9  | ZP AU 12        | Makedonija | ozima** | (L40*PROTEINKA)//OROVČANKA                                                                                                                                                           |
| H10 | Marija          | Hrvatska   | ozima*  | ZG-4527-68/KAVKAZ//ZG-1971-70                                                                                                                                                        |
| H11 | 87/Ip homozigot | Srbija     | ozima** | L-99//POBEDA                                                                                                                                                                         |
| H12 | Tecumseh        | SAD        | ozima*  | MINHARDI/WABASH/5/FULTZ(S)/HUNGARIAN//W-<br>38/3/WABASH/4/FAIRFIELD/6/REDCOAT(SIB)/(CI-12633)WISCONSIN-245/7/PD-427-<br>A-1-1-3*3/KENYA-FARMER                                       |
| H13 | Pobeda          | Srbija     | ozima*  | SREMICA//BALKAN                                                                                                                                                                      |
| H14 | Zemunski rosa   | Srbija     | ozima*  | SKOPLJANKA//PROTEINKA                                                                                                                                                                |
| H15 | Ludwig          | Austrija   | ozima*  | ARES//FARMER                                                                                                                                                                         |

\*-sorta; \*\*-linija, SAD-Sjedinjene Američke Države

Tabela 2. Nazivi (kodovi), poreklo, tip i pedigree podaci ispitivanih genotipova durum pšenice (*Triticum durum* Desf.)

| Kod | Genotip              | Poreklo  | Tip             | Pedigree                                                               |
|-----|----------------------|----------|-----------------|------------------------------------------------------------------------|
| D1  | 37EDUYT BR.7922      | CIMMYT   | fakultativna**  | ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/POHO_1/4/GREEN_14//YAV_10/AUK               |
| D2  | 37EDUYT BR. 7896     | CIMMYT   | fakultativna ** | AINZEN_1/3/SRN_3/AJAIA_15//DON87/4/MINIMUS/COMB<br>DUCK_2//CHAM_3      |
| D3  | 37EDUYT BR. 7817     | CIMMYT   | fakultativna ** | SNITAN/3/STOT//ALTAR84/ALD                                             |
| D4  | Varano               | Italija  | ozima *         | CAPEITI-8/CRESO//CRESO/3/VALFORTE(VALF)/TRINAKRIA                      |
| D5  | 37EDUYT BR. 7821     | CIMMYT   | fakultativna ** | AINZEN-1//PLATA_6/GREEN_17                                             |
| D6  | 37EDUYT BR. 7880     | CIMMYT   | fakultativna ** | ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/LLARETA INIA/4/                            |
| D7  | 10/I                 | Srbija   | ozima **        | WINDUR//RODUR                                                          |
| D8  | SOD 55               | Slovačka | ozima *         | KORALL ODESSKIJ//GK PANNONDUR                                          |
| D9  | 37EDUYT /07 BR. 7803 | CIMMYT   | fakultativna ** | RASCON_37/2*TARRO_2/4/ROK/FGO//STIL/3/BISU_1/5/MALMUK_1/SERR<br>ATOR_1 |
| D10 | DSP-MD-01 BR. 66     | ICARDA   | fakultativna ** | 848.10.6/OTB2//GDR1                                                    |
| D11 | 34/I                 | Srbija   | ozima **        | SOD 55//KORIFLA                                                        |
| D12 | 37EDUYT BR.7820      | CIMMYT   | fakultativna ** | AINZEN-1/3/MINIMUS_6/PLATA_16//IMMER                                   |
| D13 | 37EDUYT /07 BR. 7857 | CIMMYT   | fakultativna ** | CBC 514 CHILE/SOMAT_4/3/HUI/YAV79//DON87                               |
| D14 | 37EDUYT /07 BR. 7849 | CIMMYT   | fakultativna ** | CBC 505 CHILE/LLARETA INIA/3/D86135/ACO89//PORRON_4                    |
| D15 | 120/I                | Srbija   | ozima**         | WINDUR//KAVADARKA                                                      |

CIMMYT-Internacionalni centar za poboljšanje kukuruza i pšenice (Meksiko); ICARDA-Internacionalni centar za poljoprivredna istraživanja u sušnim oblastima (Sirija); \*-sorta; \*\*-linija

Za tretiranje semena pred setvu korišćeni su fungicidi: Dividend 0.30 FS (Syngenta) (aktivna materija je difenoconazole 30 g/l) u količini od 200 ml na 100 kg semena sa razblaženjem 1:3 u 2010. godini, i Raxil 0.60 FS (Bayer) (aktivna materija je tebuconazole 60 g/l) u količini od 50 ml na 100 kg semena sa razblaženjem 1:12 u 2011. godini. Na lokalitetu Rimski Šančevi je u toku obe sezone za predsetveno đubrenje korišćen MAP u količini od 150 kg/ha dok je predusev bila soja đubrena sa NPK 15:15:15 u količini od 300 kg/ha. Usev je bio prihranjivan sa 150 kg/ha AN-a u toku obe godine. Od herbicida su primenjeni Granstar 75 DF (aktivna materija: tribenuron-metil 75%) u količini od 25 g/ha i Starane 250 (aktivna materija: fluroksipir u obliku fluroksipir-MHE (359 g/l preparata)) u količini od 0,3 l/ha. Od insekticida za suzbijanje žitne pijavice (*Oulema melanopus* L.) je korišćen Vantex (aktivna materija: gama-cihalotrin 60 g/l) u količini od 50 ml/ha. Na lokalitetu Zemun Polje u toku prve godine primenjen je MAP pre setve pšenice u količini od 150 kg/ha. Prihrana useva prvi put je vršena KAN-om u količini od 200 kg/ha, dok je u drugoj prihrani korišćen AN u količini od 150 kg/ha. U drugoj godini nije vršeno osnovno đubrenje dok je prihrana useva izvršena primenom uree u količini od 200 kg/ha. Zaštita od korova i insekata u toku 2010-2011. godine je postignuta upotrebom Meteora (aktivna materija: metsulfuron-metil 600 g/kg) u količini od 0,01 kg/ha, Staranea 250 (aktivna materija: fluroksipir u obliku fluroksipir-MHE (359 g/l preparata)) u količini od 0,4 l/ha i Talstara 10 EC (aktivna materija: bifentrin (tehn. eist. min. 90-95) 100 g/l) u količini od 0,05 l/ha. U toku 2011-2012. godine integralna zaštita protiv korova i štetočina je bila ista kao prethodne godine, s tim što je umesto insekticida Talstara 10 EC korišćen King (aktivna materija: lambda cihalotrin 25 g/l) u količini od 0,2 l/ha. Na lokalitetu Padinska Skela u toku obe sezone je za predsetveno đubrenje korišćen NPK 15:15:15 u količini od 300 kg/ha. Usev je bio prihranjivan sa 100 kg/ha uree. Zaštita od korova i insekata je postignuta upotrebom Meteora (aktivna materija: metsulfuron-metil 600 g/kg) u količini od 0,01 kg/ha i Staranea 250 (aktivna materija: fluroksipir u obliku fluroksipir-MHE (359 g/l preparata)) u količini od 0,5 l/ha. Primenjen je i fungicid Forbis u količini od 0,2 l/ha. Efikasnost primenjene zaštite useva na svim lokalitetima u toku obe godine je bila na zadovoljavajućem nivou i nije zabeleženo razvijanje korova niti napad štetočina.

## 5.2. Klimatski i zemljišni uslovi tokom vegetacionog perioda pšenice

Klimatski uslovi za vreme izvođenja oglada su prikupljeni kao dodatne informacije za objašnjenje interakcije genotip  $\times$  sredina za proučavane hemijsko-tehnološke osobine. Korišćene su prosečne mesečne vrednosti šest klimatskih parametara: prosečna mesečna maksimalna temperatura (mxt), prosečna mesečna minimalna temperatura (mnt), prosečna mesečna srednja temperatura (mt), suma padavina za mesec (pr), prosečna mesečna relativna vlažnost vazduha (rh) i dužina trajanja osunčanosti za mesec (sh), za deo vegetacionog perioda od marta do juna (tabela 3). Takođe su korišćeni i izvedeni klimatski parametri: zimske rezerve vlage-suma dnevnih padavina za period novembar-februar (ZRV) i prosečne srednje dnevne temperature za period novembar-februar (Tsr4) (tabela 3). Vrednosti klimatskih parametara su merene u blizini lokaliteta gde su izvođeni ogledi i dobijene su ljubaznošću Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Srbije i Instituta PKB-Agroekonomik.

Tabela 3. Prosečne mesečne vrednosti klimatskih varijabli merenih na ispitivanim lokalitetima u 2010-2011. i 2011-2012. godini (podvučene su maksimalne vrednosti po lokalitetima).

| Mesec i kod                     | 2010-2011   |             |             | 2011-2012   |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                 | Lokalitet   |             |             |             |             |             |
|                                 | RS          | PS          | ZP          | RS          | PS          | ZP          |
| Maksimalna temperatura (°C)-mxt |             |             |             |             |             |             |
| Mart-1                          | 11,0        | 11,7        | 11,9        | 15,6        | 15,6        | 15,4        |
| April-2                         | 18,9        | 18,9        | 19,1        | 18,9        | 19,7        | 19,3        |
| Maj-3                           | 22,6        | 23,3        | 22,6        | 22,6        | 23,9        | 22,7        |
| Jun-4                           | <u>26,8</u> | <u>27,5</u> | <u>27,3</u> | <u>29,3</u> | <u>30,6</u> | <u>29,9</u> |
| Minimalna temperatura (°C)-mnt  |             |             |             |             |             |             |
| Mart-1                          | 1,2         | 0,3         | 2,2         | 1,2         | -0,5        | 1,7         |
| April-2                         | 7,6         | 4,5         | 7,6         | 7,2         | 4,0         | 7,7         |
| Maj-3                           | 10,9        | 7,1         | 11,3        | 11,7        | 7,9         | 11,5        |
| Jun-4                           | <u>15,0</u> | <u>11,6</u> | <u>15,4</u> | <u>15,8</u> | <u>11,1</u> | <u>16,4</u> |
| Srednja temperatura (°C)-mt     |             |             |             |             |             |             |
| Mart-1                          | 5,7         | 5,7         | 8,0         | 8,1         | 7,7         | 8,9         |
| April-2                         | 13,2        | 12,1        | 14,4        | 13,0        | 12,4        | 13,5        |

|                                    |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Maj-3                              | 16,8         | 15,4         | 17,5         | 17,4         | 16,0         | 17,0         |
| Jun-4                              | <u>20,9</u>  | <u>19,9</u>  | <u>22,2</u>  | <u>22,9</u>  | <u>21,7</u>  | <u>24,3</u>  |
| Relativna vlažnost vazduha (%) -rh |              |              |              |              |              |              |
| Mart-1                             | <u>77,6</u>  | 79,4         | <u>70,2</u>  | 55,4         | 60,9         | 55,3         |
| April-2                            | 62,6         | 67,8         | 58,5         | 68,5         | 72,8         | 65,2         |
| Maj-3                              | 72,7         | <u>80,1</u>  | 68,5         | <u>70,4</u>  | <u>79,8</u>  | <u>70,6</u>  |
| Jun-4                              | 69,2         | 77,7         | 63,3         | 61,7         | 72,1         | 56,4         |
| Suma padavina (mm) -pr             |              |              |              |              |              |              |
| Mart-1                             | 26,2         | 21,6         | 18,6         | 4,1          | 1,6          | 2,5          |
| April-2                            | 22,8         | 25,8         | 14,1         | <u>82,8</u>  | 63,0         | 73,3         |
| Maj-3                              | <u>63,0</u>  | <u>90,0</u>  | <u>94,8</u>  | 52,2         | <u>72,0</u>  | <u>81,8</u>  |
| Jun-4                              | 36,9         | 41,4         | 23,0         | 27,5         | 15,0         | 16,1         |
| Osunčanost (h) -sh                 |              |              |              |              |              |              |
| Mart-1                             | 159,6        | 162,0        | 103,9        | 241,4        | 253,9        | 234,9        |
| April-2                            | 205,9        | 222,1        | 191,2        | 204,2        | 209,2        | 145,3        |
| Maj-3                              | 269,5        | 255,9        | 244,5        | 253,4        | 230,7        | 199,5        |
| Jun-4                              | <u>284,5</u> | <u>280,3</u> | <u>257,6</u> | <u>359,0</u> | <u>344,3</u> | <u>313,5</u> |
| Ostale varijable                   |              |              |              |              |              |              |
| ZRV                                | 170,7        | 171,6        | 194,7        | 163,0        | 113,6        | 172,3        |
| Tsr4                               | 2,6          | 1,8          | 3,9          | 0,9          | 0,2          | 1,9          |

Zemljište na lokalitetima Rimski Šančevi i Zemun Polje je po tipu černozem, dok je na lokalitetu Padinska Skela ritska crnica. Hemijske osobine zemljišta i pristupačni sadržaji azota, fosfora i kalijuma određeni su u vazdušno-suvim i usitnjenim uzorcima zemljišta (< 2 mm) standardnim metodama agrohemijske analize (Džamić i sar., 1996) u laboratoriji za agrohemiju i fiziologiju biljaka, Poljoprivednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.

Ispitivano zemljište na lokalitetu RS i PS je uzorkovano nakon setve 2010 godine, a tri meseca po aplikaciji đubrenja, dok je zemljište na lokalitetu ZP uzorkovano pre setve 2010 godine. Uzorci zemljišta sa sva tri lokaliteta u 2010 godini su imali neutralnu reakciju i nizak sadržaj karbonata (tabela 4). Ispitivano zemljište sa lokaliteta RS uzorkovano nakon setve 2011 godine takođe tri meseca po aplikaciji đubriva, je imalo slabo alkalnu reakciju i visok sadržaj karbonata, koji je opadao sa dubinom (Tabela 4). Ispitivano zemljište sa lokaliteta ZP je uzorkovano pre setve 2011 godine i imalo je slabo alkalnu reakciju i nizak sadržaj karbonata (tabela 4). Ispitivano zemljište sa lokaliteta PS uzorkovano pre setve 2011 godine je takođe imalo slabo alkalnu

reakciju i nizak sadržaj karbonata (tabela 4). Sadržaj humusa i ukupnog azota je bio srednji u toku obe godine za sva tri lokaliteta (tabela 4). Odnos C/N je bio povoljan za odvijanje mineralizacije organske materije i prevođenje organskog N u pristupačne, mineralne oblike za sva tri lokaliteta tokom obe godine istraživanja (tabela 4).

Tabela 4. Osnovne hemijske osobine zemljišta uzorkovanog sa lokaliteta Rimski Šančevi (RS), Zemun Polje (ZP) i Padinska Skela (PS) tokom 2010-2011. i 2011-2012 godine

| Dubina<br>(cm) | pH               |      | CaCO <sub>3</sub> | Humus | Ukupni N | C/N   |
|----------------|------------------|------|-------------------|-------|----------|-------|
|                | H <sub>2</sub> O | KCl  | %                 | %     | %        |       |
| RS 2010-2011   |                  |      |                   |       |          |       |
| 0-20           | 7,41             | 6,62 | 1,80              | 2,95  | 0,187    | 9,1:1 |
| 20-40          | 7,52             | 6,55 | 2,49              | 2,56  | 0,187    | 7,9:1 |
| RS 2011-2012   |                  |      |                   |       |          |       |
| 0-20           | 8,02             | 7,52 | 19,0              | 2,48  | 0,160    | 9,0:1 |
| 20-40          | 8,21             | 7,65 | 5,9               | 2,37  | 0,162    | 8,5:1 |
| ZP 2010-2011   |                  |      |                   |       |          |       |
| 0-20           | 7,64             | 6,75 | 1,0               | 2,63  | 0,183    | 8,4:1 |
| 20-40          | 7,66             | 6,86 | 1,7               | 2,56  | 0,175    | 8,5:1 |
| ZP 2011-2012   |                  |      |                   |       |          |       |
| 0-20           | 8,34             | 7,43 | 1,3               | 2,93  | 0,185    | 9,2:1 |
| 20-40          | 8,39             | 7,53 | 2,1               | 2,72  | 0,175    | 9,0:1 |
| PS 2010-2011   |                  |      |                   |       |          |       |
| 0-20           | 7,40             | 6,60 | 0,6               | 2,17  | 0,153    | 8,2:1 |
| 20-40          | 7,53             | 6,70 | 0,6               | 2,20  | 0,143    | 8,9:1 |
| PS 2011-2012   |                  |      |                   |       |          |       |
| 0-20           | 8,31             | 7,31 | 1,1               | 2,72  | 0,165    | 9,6:1 |
| 20-40          | 8,29             | 7,28 | 1,0               | 2,32  | 0,151    | 8,9:1 |

Rezerva mineralnog azota za sloj 0-40 cm za lokalitet PS u 2011-2012. je bila visoka, a za lokalitet RS 2010-2011. je bila relativno visoka, dok je tokom 2011-2012. bila niska za lokalitet RS (tabela 5). Na lokalitetu ZP tokom obe sezone i na lokalitetu PS u 2010-2011. rezerva mineralnog azota za sloj 0-40 cm je bila srednja (tabela 5). Obezbeđenost ispitivanog zemljišta pristupačnim količinama fosfora i kalijuma je bila

visoka u toku obe godine na lokalitetu RS, na lokalitetu ZP u toku 2010-2011. i na lokalitetu PS tokom 2011-2012. (tabela 5). Naročito je bilo visoka obezbeđenost fosforom na lokalitetu RS u okviru Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u 2011-12 godini na svim parcelama gde je gajena pšenica, kao posledica prethodnih djubrenja. Obezbeđenost ispitivanog zemljišta pristupačnim količinama fosfora na lokalitetu ZP tokom 2011-2012. kao i na lokalitetu PS tokom 2010-2011. je bila srednja, dok je sadržaj pristupačnog kalijuma bio visok na oba lokaliteta (tabela 5).

Tabela 5. Pristupačni sadržaji makrohranljivih elemenata zemljišta uzorkovanog sa lokaliteta Rimski Šančevi (RS), Zemun Polje (ZP) i Padinska Skela (PS) tokom 2010-2011. i 2011-2012 godine

| Dubina<br>(cm) | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N | (NH <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub> )-N | kgN/ha | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|--------|-------------------------------|------------------|
|                | mg/kg              |                    |                                       |        | mg/100g                       |                  |
| RS 2010-2011   |                    |                    |                                       |        |                               |                  |
| 0-20           | 4,2                | 9,8                | 14,0                                  | ≈42,0  | 20,1                          | 32,0             |
| 20-40          | 3,5                | 22,4               | 25,9                                  | ≈77,7  | 20,4                          | 31,0             |
| RS 2011-2012   |                    |                    |                                       |        |                               |                  |
| 0-20           | 0,0                | 1,0                | 1,0                                   | ≈3,0   | 132,0                         | 42,0             |
| 20-40          | 2,1                | 7,0                | 9,1                                   | ≈27,3  | 110,0                         | 40,0             |
| ZP 2010-2011   |                    |                    |                                       |        |                               |                  |
| 0-20           | 7,0                | 7,0                | 14,0                                  | ≈42,0  | 28,8                          | 25,4             |
| 20-40          | 6,3                | 7,0                | 13,3                                  | ≈39,9  | 27,6                          | 23,2             |
| ZP 2011-2012   |                    |                    |                                       |        |                               |                  |
| 0-20           | 7,0                | 7,0                | 14,0                                  | ≈42,0  | 19,4                          | 25,9             |
| 20-40          | 7,0                | 3,5                | 10,5                                  | ≈31,5  | 18,5                          | 27,9             |
| PS 2010-2011   |                    |                    |                                       |        |                               |                  |
| 0-20           | 4,9                | 7,0                | 11,9                                  | ≈35,7  | 13,0                          | 24,0             |
| 20-40          | 4,2                | 6,3                | 10,5                                  | ≈31,5  | 11,0                          | 20,4             |
| PS 2011-2012   |                    |                    |                                       |        |                               |                  |
| 0-20           | 10,5               | 7,0                | 17,5                                  | ≈52,5  | 25,2                          | 30,0             |
| 20-40          | 7,0                | 7,0                | 14,0                                  | ≈42,0  | 22,0                          | 28,4             |

### 5.3. Agronomske i hemijsko-tehnološke osobine pšenice

U oglecima su merene sledeće agronomske osobine:

1. visina biljke (cm) (mereno je 20 biljaka po ponavljanju)
2. dužina klasa (cm) (mereno je 20 biljaka po ponavljanju)
3. broj zrna po klasu (odabranih 20 reprezentativnih klasova po ponavljanju)
4. prinos zrna (kg/ha) (prinos osnovne parcelice je preračunat po hektaru)
5. masa 1000 zrna (g) (masa hiljadu zrna je merena iz ovršene mase posle žetve na osnovu tri uzorka od po 1000 zrna po ponavljanju)
6. dužina zrna (mm) (mereno je 20 zrna po ponavljanju)
7. širina zrna (mm) (mereno je 20 zrna po ponavljanju)
8. debljina zrna (mm) (mereno je 20 zrna po ponavljanju)
9. koeficijent produktivnog bokorenja (određen je na osnovu odnosa broja klasova u fazi sazrevanja i broja prezimelih biljaka izbrojanih u proleće na osnovnoj parcelici po svakom ponavljanju)

Nakon berbe su bile određene sledeće hemijsko-tehnološke osobine semena pšenice na osnovu izdvojenog semena sa svake parcelice u 4 ponavljanja:

1. fitinska kiselina po metodi Latta i Eskin (1980) modifikovanoj po Dragičević i sar. (2011) kolorimetrijski na  $\lambda = 500$  nm. Vrednosti za sadržaj fitinskog fosfora su dobijene deljenjem vrednosti sadržaja fitinske kiseline sa faktorom 3,55 (Barać i sar., 2006).
2. ukupni fenoli metodom po Simić i sar. (2004), spektrofotometrijski na  $\lambda = 722$  nm.
3. slobodne sulfhidrilne grupe proteina (PSH) spektrofotometrijskom metodom po de Kok i sar. (1981) na  $\lambda = 412$  nm).
4. rastvorljivi proteini metodom po Lowry i sar. (1951), kolorimetrijski na  $\lambda = 750$  nm.
5.  $\beta$ -karoten po metodi AACC-American Association of Cereal Chemists (1995) 14-50, spektrofotometrijski na  $\lambda = 436$  nm.
6. neorganski fosfor ( $P_i$ ) metodom po Pollman (1991), modifikovanoj po Dragičević i sar. (2011), kolorimetrijski na  $\lambda = 400$  nm.
7. staklavost zrna (metoda po Kaludjerski i Filipović, (1998))-za genotipove durum pšenice.

Odnos fitinskog i neorganskog fosfora je dobijen deljenjem sadržaja fitinskog sa sadržajem neorganskog fosfora. Analize hemijsko-tehnoloških osobina su urađene u

agrohemijskoj, tehnološkoj i biotehnološkoj laboratoriji Instituta za kukuruz “Zemun Polje”, Beograd. Brašno (veličina čestica < 500 μm) za navedene analize hemijsko-tehnoloških osobina, osim za staklavost zrna, je dobijeno mlevenjem na laboratorijskom mlinu Perten 120 (Perten, Švedska). Prilikom analize sadržaja fitinske kiseline, ukupnih fenola, PSH, rastvorljivih proteina, β-karotena, i P<sub>i</sub> apsorbance su bile očitavane na spektrofotometru Shimadzu UV-1601 (Shimadzu Corporation, Japan).

#### 5.4. Statistička analiza podataka

U radu su izračunati deskriptivni statistički parametri za svaku merenu agronomsku i hemijsko-tehnološku osobinu: minimalna vrednost (Min), maksimalna vrednost (Max), prosečna vrednost ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija ( $\sigma$ ), koeficijent fenotipske varijacije  $CV_f$  (%). Uz pomoć navedenih parametara sagledana je fenotipska varijabilnost germplazme pšenice za proučavane osobine. Grafički metod je korišćen za prikazivanje prosečnih vrednosti za svaku osobinu po genotipu i po lokalitetu za svaku godinu istraživanja. Testiranje razlika za proseke osobina hlebne i durum pšenice je izvršeno t-testom. Deskriptivni statistički parametri i t-test su urađeni u Excel programu (Microsoft Office 2007 paket).

Primenjena je dvofaktorijalna analiza varijanse (ANOVA) prema modelu slučajnog blok dizajna, za svaku agronomsku i hemijsko-tehnološku osobinu. Primenjen je linearni mešoviti model gde su efekti genotipa i sredine posmatrani kao fiksni faktori, dok su ponavljanje i genotip × sredina interakcija tretirani kao slučajni zvor variranja. Pod terminom sredina u ovom radu se podrazumeva kombinacija lokaliteta i godine. Model je prikazan kao:

$$y_{ijk} = \mu + \gamma_{jk} + g_i + e_j + (ge)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

$y_{ijk}$  - vrednost osobine  $k$ -tog ponavljanja  $i$ -tog genotipa u  $j$ -toj sredini ( $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, r_j$ );  $\mu$  – opšta sredina;  $\gamma_{jk}$  – efekat  $k$ -tog ponavljanja u  $j$ -toj sredini;  $g_i$  – efekat  $i$ -tog genotipa;  $e_j$  – efekat  $j$ -te sredine;  $(ge)_{ij}$  – efekat interakcije  $i$ -tog genotipa sa  $j$ -tom sredinom;  $\varepsilon_{ijk}$  – slučajna greška

Izraz (1) je redukovan u izraz (2) da bi se dobio model prosečnih vrednosti prinosa  $i$ -tog hibrida u  $j$ -toj sredini, koji je bio pogodan za primenu drugih statističkih modela.

$$\bar{y}_{ij} = \mu + g_i + e_j + (ge)_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij} \quad (2)$$

gde je  $\bar{\varepsilon}_{ij} = \sum_{k=1}^{r_j} (\gamma_{jk} + \varepsilon_{ijk}) / r_j$ .

Značajnost razlika prosečnih vrednosti za određivane osobine pojedinačnih genotipova i sredina je izračunata primenom Tukey (HSD) testa. ANOVA i Tukey (HSD) test značajnosti su izračunati primenom programa STATISTICA 9.0. (Statsoft, 2009). Komponente varijanse su procenjene prema Falconer (1981) i prikazane za sve proučavane agronomске i hemijsko-tehnološke osobine:

$$V_g = \frac{MS_g - MS_{gl}}{rl} \quad (3)$$

$$V_{gl} = \frac{MS_{gl} - MS_{er}}{r} \quad (4)$$

$$V_{er} = MS_{er} \quad (5)$$

$$V_f = V_g + \frac{V_{gl}}{l} + \frac{V_{er}}{rl} \quad (6)$$

gde su  $V_g$ ,  $V_{gl}$ ,  $V_{er}$  i  $V_f$  varijanse genotipa, genotip  $\times$  sredina interakcije, eksperimentalne greške i fenotipa.  $MS_g$ ,  $MS_{gl}$ ,  $MS_{er}$  su sredine kvadrata genotipa, genotip  $\times$  sredina interakcije, eksperimentalne greške, gde je  $l$  broj sredina i  $r$  broj ponavljanja.

Heritabilnost u širem smislu ( $h^2$ ) je izražena kao:

$$h^2 = \frac{V_g}{V_f} \times 100 \quad (7)$$

Koeficijent genetičke varijacije je izračunat po formuli:

$$CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (8)$$

$\sigma_g^2$  - genetička varijansa

$\bar{X}$  - prosečna vrednost

Koeficijent fenotipske varijacije je izračunat po formuli:

$$CV_f = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (9)$$

$\sigma_f^2$  - fenotipska varijansa

Radi objašnjenja uzroka genotip  $\times$  sredina interakcije za proučavane hemijsko-tehnološke osobine uključeni su klimatski parametri (Tabela 3) u model faktorijalne regresije (Denis, 1988; van Eeuwijk i sar., 1996):

$$E(Y_{ij}) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_{k=1}^K \xi_{ik} z_{jk} \quad (10)$$

gde je  $E(Y_{ij})$  - matematičko očekivanje vrednosti osobine za genotip  $i$  u sredini  $j$ ,  $\alpha_i$  je glavni efekat genotipa,  $\beta_j$  je glavni efekat sredine,  $z_{jk}$  je vrednost varijable  $k$  za sredinu  $j$ , i  $\xi_{ik}$  je osetljivost genotipa  $i$  na varijablu  $k$ . U ovom istraživanju je primenjena višestruka faktorijalna „forward” regresija, na ukupnom broju, i grupama varijabli po tipu i mesecima vegetacionog perioda pšenice. Faktorijalna regresija je urađena u R 2.9.0. programu (R Development Core Team, 2010).

Procena genotipova pšenice za prosečni performans i stabilnost za hemijsko-tehnološke osobine je učinjena uzimanjem u obzir i efekta genotipa (G) i genotip  $\times$  sredina interakcije (GE) istovremeno. Korišćen je model regresije sredine „sites regression” (SREG) (Crossa i Cornelius, 1997) da bi se dobio GGE biplot za svaku proučavanu hemijsko-tehnološku osobinu:

$$\overline{y_{ij}} = \mu_j + \sum_{k=1}^t \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + \overline{\varepsilon_{ij}} \quad (11)$$

gde je  $\mu_j = \mu + \delta_j$  prosek sredina,  $\lambda_k (\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_t)$  su singularne vrednosti, sa singularnim vektorima za genotipove,  $\alpha_k = (\alpha_{1k}, \dots, \alpha_{gk})$  i singularnim vektorima za sredine,  $\gamma_k = (\gamma_{1k}, \dots, \gamma_{sk})$ , sa uslovom da je  $\sum_i \alpha_{ik}^2 = \sum_j \gamma_{jk}^2 = 1$  i  $\sum_i \alpha_{ik} \alpha_{ik'} = \sum_j \gamma_{jk} \gamma_{jk'} = 0$  za  $k \neq k'$ .

Koordiniranje kroz prosečnu sredinu „average-environment coordination” (AEC) GGE biplota je korišćeno da bi se prikazao prosečni performans i stabilnost testiranih genotipova pšenice za proučavane hemijsko-tehnološke osobine. GGE biplot za ovu namenu je proistekao primenom procedure genotipski očuvane svojstvene

vrednosti „genotype-metric preserving singular value” (SVP =1) (Yan, 2002), koja je prikladnija za procenu genotipova. SVP procedura deli svojstvenu vrednost između karakterističnih vektora genotipova ( $\xi_{il}$ ), i karakterističnih vektora sredina ( $\eta_{lj}$ ):

$$P_{ij} = \sum_{l=1}^r \xi_{il}^* \cdot \eta_{lj}^* = \sum_{l=1}^r (\xi_{il} \cdot \lambda_l^f) (\lambda_l^{1-f} \cdot \eta_{lj}) \quad (12)$$

gde je  $f$ , faktor podele, koji uzima vrednosti od 0-1. Primenjeno je  $f = 1$ , kada su svojstvene vrednosti u potpunosti podeljene u karakteristične vektore genotipova. SREG analiza je urađena u R 2.9.0. programu (R Development Core Team, 2010).

Biplot genotip po osobinama „genotype by trait” (GT) predstavlja klasičnu multivarijacionu analizu standardizovane matrice genotip  $\times$  osobina, i konstruisan je primenom sledećeg modela (Yan i Rajcan, 2002):

$$\frac{T_{ij} - \overline{T_j}}{s_j} = \lambda_1 \xi_{i1} \tau_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} \tau_{j2} + \varepsilon_{ij} \quad (13)$$

gde je  $T_{ij}$  prosečna vrednost genotipa  $i$  za osobinu  $j$ ,  $\overline{T_j}$  je prosečna vrednost osobine  $j$  za sve genotipove,  $s_j$  je standardna devijacija za osobinu  $j$  za sve genotipske proseke,  $\xi_{i1}$  i  $\xi_{i2}$  su PC1 i PC2 ocene glavnih komponenti za genotip  $i$ ,  $\tau_{j1}$  i  $\tau_{j2}$  su PC1 i PC2 ocene glavnih komponenti za osobinu  $j$ , i  $\varepsilon_{ij}$  je ostatak modela povezan sa genotipom  $i$  i osobinom  $j$ . PC1 i PC2 ocene su simetrično skalirane između genotipskih ocena i ocena osobina. Biplot genotipa osobinama (GT) je konstruisan stavljanjem u odnos PC1 ocena naspram PC2 za svaki genotip i svaku osobinu. GT analiza je urađena u R 2.9.0 programu (R Development Core Team, 2010).

Primenjena je korelaciona analiza u svrhu sagledavanja međuzavisnosti ispitivanih osobina, naročito agronomskih sa hemijsko-tehnološkim, izračunavanjem Pearson-ovih koeficijenata korelacije. Pearson-ovi koeficijenti korelacije su izračunati u programu STATISTICA 9.0. (Statsoft, 2009).

## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 6.1. Deskriptivna statistika za agronomske i hemijsko-tehnološke osobine pšenice

#### 6.1.1. Hlebna pšenica (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*)

Za proučavane agronomske osobine su izračunati deskriptivni statistički parametri kao prosek za svih šest sredina i prikazani su u tabeli 6.

Tabela 6. Deskriptivni statistički parametri za proučavane agronomske osobine hlebne pšenice prikazani kao prosek za svih šest sredina (RS-11, RS-12, ZP-11, ZP-12, PS-11, PS-12)

| Osobina                            | Jedinica | Min  | Max   | $\bar{X}$ | $\sigma$ | CV <sub>f</sub><br>(%) |
|------------------------------------|----------|------|-------|-----------|----------|------------------------|
| Prinos zrna                        | (kg/ha)  | 5225 | 8903  | 6979      | 593      | 8,5                    |
| Masa hiljadu zrna                  | (g)      | 31,3 | 46,8  | 39,3      | 3,8      | 9,7                    |
| Visina biljke                      | (cm)     | 66,5 | 112,2 | 88,7      | 10,1     | 11,4                   |
| Dužina klasa                       | (cm)     | 6,5  | 11,3  | 8,8       | 0,9      | 10,5                   |
| Broj zrna po klasu                 |          | 33,4 | 49,3  | 41,4      | 3,3      | 7,9                    |
| Dužina zrna                        | (mm)     | 5,09 | 7,00  | 6,05      | 0,42     | 6,9                    |
| Širina zrna                        | (mm)     | 2,91 | 3,47  | 3,22      | 0,08     | 2,4                    |
| Debljina zrna                      | (mm)     | 2,50 | 2,97  | 2,77      | 0,08     | 2,8                    |
| Koeficijent produktivnog bokorenja |          | 1,29 | 2,34  | 1,76      | 0,18     | 10,0                   |

CV<sub>f</sub> = koeficijent fenotipske varijacije;  $\sigma^2$  = standardna devijacija;  $\bar{X}$  = prosečna vrednost osobine

Vrednost prinosa zrna hlebne pšenice se kretala u intervalu od 5225-8903 kg/ha sa prosečnom vrednošću 6979 kg/ha i koeficijentom fenotipske varijacije od 8,5%. Interval variranja za masu hiljadu zrna je iznosio 31,3-46,8 g, prosečna vrednost je bila 39,3 g i koeficijent fenotipske varijacije je iznosio 9,7%. Za visinu biljke određen je interval variranja 66,5-112,2 cm, sa prosečnom vrednošću od 88,7 cm, dok je koeficijent fenotipske varijacije bio najveći u odnosu na ostale merene agronomske osobine i iznosio je 11,4 %. Dužina klasa je varirala u intervalu 6,5-11,3 cm, prosečna vrednost je bila 8,8 cm, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 10,5%. Broj zrna

po klasu je pokazao interval variranja 33,4-49,3 sa prosečnom vrednošću od 41,4 zrna i koeficijentom fenotipske varijacije od 7,9%. Interval variranja za dužinu zrna je iznosio 5,09-7,00 mm, prosečna vrednost je bila 6,05 mm i koeficijent fenotipske varijacije je iznosio 6,9%. Širina zrna je varirala u intervalu 2,91-3,47 mm, prosečna vrednost je bila 3,22 mm, dok je koeficijent fenotipske varijacije bio najmanji u odnosu na ostale proučavane agronomske osobine i iznosio je 2,4%. Debljina zrna je imala interval variranja 2,50-2,97 mm, sa prosečnom vrednošću od 2,77 mm i koeficijentom fenotipske varijacije od 2,8%. Koeficijent produktivnog bokorenja je varirao u intervalu od 1,29-2,34, sa prosečnom vrednošću od 1,76 i koeficijentom fenotipske varijacije od 10,0%.

Za proučavane hemijsko-tehnološke osobine su izračunati deskriptivni statistički parametri kao prosek za svih šest sredina i prikazani su u tabeli 7.

Tabela 7. Deskriptivni statistički parametri za proučavane hemijsko-tehnološke osobine hlebne pšenice prikazani kao prosek za svih šest sredina (RS-11, RS-12, ZP-11, ZP-12, PS-11, PS-12)

| Osobina                               | Jedinica     | Min   | Max    | $\bar{X}$ | $\sigma$ | CV <sub>f</sub><br>(%) |
|---------------------------------------|--------------|-------|--------|-----------|----------|------------------------|
| Fitinska kiselina                     | (mg/g)       | 11,91 | 16,81  | 14,55     | 0,90     | 6,2                    |
| Neorganski fosfor                     | (mg/g)       | 0,276 | 0,514  | 0,384     | 0,052    | 13,7                   |
| Odnos fitinskog i neorganskog fosfora |              | 8,6   | 13,9   | 11,0      | 1,20     | 11,2                   |
| β-karoten                             | (μg/g (a.s)) | 2,92  | 5,37   | 3,87      | 0,57     | 14,6                   |
| Ukupni fenoli                         | (μg/g)       | 607,0 | 1259,6 | 927,9     | 130,9    | 14,1                   |
| PSH                                   | (nmol/g)     | 48,98 | 126,00 | 81,26     | 5,46     | 6,7                    |
| Rastvorljivi proteini                 | (mg/g)       | 14,80 | 22,67  | 18,35     | 1,13     | 6,2                    |

CV<sub>f</sub> = koeficijent fenotipske varijacije;  $\sigma^2$  = standardna devijacija;  $\bar{X}$  = prosečna vrednost osobine; a.s.-apsolutno suvo

Sadržaj fitinske kiseline je varirao u intervalu 11,91-16,81 mg/g sa prosečnom vrednošću 14,55 mg/g i koeficijentom fenotipske varijacije od 6,2%, čija je vrednost bila najmanja u odnosu na druge merene hemijsko-tehnološke osobine. Za sadržaj neorganskog fosfora interval variranja je bio 0,276-0,514 mg/g, prosečna vrednost je iznosila 0,384 mg/g, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 13,7%. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora je varirao u intervalu 8,6-13,9, prosečna vrednost je bila

11,0, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 11,2%. Sadržaj  $\beta$ -karotena je pokazao interval variranja od 2,92-5,37  $\mu\text{g/g}$  (a.s) sa prosečnom vrednošću 3,87  $\mu\text{g/g}$  (a.s) i koeficijentom fenotipske varijacije od 14,6%, čija je vrednost bila najveća u odnosu na ostale merene hemijsko-tehnološke osobine. Interval variranja za sadržaj ukupnih fenola je iznosio 606,96-1259,56  $\mu\text{g/g}$ , prosečna vrednost je bila 927,92  $\mu\text{g/g}$  i koeficijent fenotipske varijacije je iznosio 14,1%. Sadržaj PSH je varirao u intervalu 48,98-126,00 nmol/g, prosečna vrednost je bila 81,26 nmol/g, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 6,7%. Sadržaj rastvorljivih proteina je varirao u intervalu od 14,80-22,67 mg/g, sa prosečnom vrednošću od 18,35 mg/g i koeficijentom fenotipske varijacije od 6,2%.

#### 6.1.2. Durum pšenica (*Triticum durum* Desf.)

Za proučavane agronomske osobine su izračunati deskriptivni statistički parametri kao prosek za svih šest sredina i prikazani su u tabeli 8.

Tabela 8. Deskriptivni statistički parametri za proučavane agronomske osobine durum pšenice prikazani kao prosek za svih šest sredina (RS-11, RS-12, ZP-11, ZP-12, PS-11, PS-12)

| Osobina                            | Jedinica | Min  | Max  | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $CV_f(\%)$ |
|------------------------------------|----------|------|------|-----------|----------|------------|
| Prinos zrna                        | (kg/ha)  | 2472 | 7767 | 4215      | 1040     | 24,7       |
| Masa hiljadu zrna                  | (g)      | 37,6 | 53,0 | 45,9      | 3,1      | 6,7        |
| Visina biljke                      | (cm)     | 58,8 | 85,5 | 71,5      | 4,8      | 6,8        |
| Dužina klasa                       | (cm)     | 6,1  | 9,0  | 7,3       | 0,5      | 6,9        |
| Broj zrna po klasu                 |          | 34,8 | 47,8 | 41,3      | 1,4      | 3,4        |
| Dužina zrna                        | (mm)     | 6,41 | 7,66 | 7,07      | 0,20     | 2,8        |
| Širina zrna                        | (mm)     | 2,72 | 3,44 | 3,12      | 0,12     | 3,8        |
| Debljina zrna                      | (mm)     | 2,67 | 3,20 | 2,95      | 0,09     | 3,0        |
| Koeficijent produktivnog bokorenja |          | 1,00 | 2,81 | 1,67      | 0,32     | 19,3       |

$CV_f$  = koeficijent fenotipske varijacije;  $\sigma^2$  = standardna devijacija;  $\bar{X}$  = prosečna vrednost osobine

Vrednost prinosa zrna durum pšenice se kretala u intervalu od 2472-7767 kg/ha sa prosečnom vrednošću 4215 kg/ha i koeficijentom fenotipske varijacije od 24,7%, najvećom u odnosu na ostale proučavane agronomske osobine. Interval variranja za masu hiljadu zrna je iznosio 37,6-53,0 g, prosečna vrednost je bila 45,9 g i koeficijent

fenotipske varijacije je iznosio 6,7%. Za visinu biljke određen je interval variranja od 58,8-85,5 cm, prosečna vrednost je iznosila 71,5 cm, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 6,8%. Dužina klasa je varirala u intervalu 6,1-9,0 cm, prosečna vrednost je bila 7,3 cm, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 6,9%. Broj zrna po klasu je pokazao interval variranja 34,8-47,8 sa prosečnom vrednošću 41,3 zrna i koeficijentom fenotipske varijacije od 3,4%. Interval variranja za dužinu zrna je iznosio 6,41-7,66 mm, prosečna vrednost je bila 7,07 mm i koeficijent fenotipske varijacije je iznosio 2,8%, što je najmanje u odnosu na ostale proučavane agronomske osobine. Širina zrna je varirala u intervalu 2,72-3,44 mm, prosečna vrednost je bila 3,12 mm, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 3,8%. Debljina zrna je imala interval variranja 2,67-3,20 mm, sa prosečnom vrednošću od 2,95 mm i koeficijentom fenotipske varijacije od 3,0%. Koeficijent produktivnog bokorenja je varirao u intervalu od 1,00-2,81, sa prosečnom vrednošću od 1,67 i koeficijentom fenotipske varijacije od 19,3%.

U tabeli 9 su prikazani deskriptivni statistički parametri za hemijsko-tehnološke osobine kao prosek za svih šest sredina

Tabela 9. Deskriptivni statistički parametri za proučavane hemijsko-tehnološke osobine durum pšenice prikazani kao prosek za svih šest sredina (RS-11, RS-12, ZP-11, ZP-12, PS-11, PS-12)

| Osobina                               | Jedinica     | Min   | Max    | $\bar{X}$ | $\sigma$ | CV <sub>f</sub><br>(%) |
|---------------------------------------|--------------|-------|--------|-----------|----------|------------------------|
| Fitinska kiselina                     | (mg/g)       | 12,45 | 16,16  | 14,45     | 0,52     | 3,6                    |
| Neorganski fosfor                     | (mg/g)       | 0,278 | 0,480  | 0,375     | 0,039    | 10,5                   |
| Odnos fitinskog i neorganskog fosfora |              | 8,4   | 15,2   | 11,2      | 1,3      | 11,7                   |
| β-karoten                             | (μg/g (a.s)) | 2,91  | 5,86   | 4,24      | 0,64     | 15,0                   |
| Ukupni fenoli                         | (μg/g)       | 659,3 | 1140,6 | 907,6     | 66,6     | 7,3                    |
| PSH                                   | (nmol/g)     | 32,39 | 128,49 | 84,56     | 14,87    | 17,6                   |
| Rastvorljivi proteini                 | (mg/g)       | 15,75 | 23,17  | 19,32     | 0,84     | 4,4                    |
| Staklavost zrna                       | (%)          | 65,3  | 93,2   | 83,1      | 3,9      | 4,6                    |

CV<sub>f</sub> = koeficijent fenotipske varijacije;  $\sigma^2$  = standardna devijacija;  $\bar{X}$  = prosečna vrednost osobine; a.s.-apsolutno suvo

Sadržaj fitinske kiseline je varirao u intervalu 12,45-16,16 mg/g sa prosečnom vrednošću 14,45 mg/g i koeficijentom fenotipske varijacije od 3,6%, čija je vrednost

bila najmanja u odnosu na druge merene hemijsko-tehnološke osobine. Za sadržaj neorganskog fosfora određen je interval variranja 0,278-0,478 mg/g, prosečna vrednost je iznosila 0,375 mg/g, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 10,5%. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora je varirao u intervalu 8,4-15,2, prosečna vrednost je bila 11,2, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 11,7%. Sadržaj  $\beta$ -karotena je pokazao interval variranja 2,91-5,86  $\mu\text{g/g}$  (a.s) sa prosečnom vrednošću 4,24  $\mu\text{g/g}$  (a.s) i koeficijentom fenotipske varijacije od 15,0%. Interval variranja za sadržaj ukupnih fenola je iznosio 659,26-1140,64  $\mu\text{g/g}$ , prosečna vrednost je bila 907,61  $\mu\text{g/g}$  i koeficijent fenotipske varijacije je iznosio 7,3%. Sadržaj PSH je varirao u intervalu 32,39-128,49 nmol/g, prosečna vrednost je bila 84,56 nmol/g, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 17,6%, čija je vrednost bila najveća u odnosu na ostale merene hemijsko-tehnološke osobine. Sadržaj rastvorljivih proteina je varirao u intervalu od 15,75-23,17 mg/g, sa prosečnom vrednošću od 19,32 mg/g i koeficijentom fenotipske varijacije od 4,4%. Staklavost zrna je varirala u intervalu od 65,3-93,2%, prosečna vrednost je iznosila 83,1%, dok je koeficijent fenotipske varijacije iznosio 4,6.

#### 6.1.3. *Testiranje značajnosti razlika hlebne i durum pšenice za proseke osobina*

Testiranje značajnosti razlika između genotipova hlebne i durum pšenice za proseke agronomskih osobina po lokalitetima je izvršeno t-testom (Tabela 10). Za sve proučavane agronomске osobine je ustanovljena značajnost razlika između genotipova hlebne i durum pšenice, osim za koeficijent produktivnog bokorenja. Za broj zrna po klasu je ustanovljena značajna razlika proseka osobine između genotipova hlebne i durum pšenice za lokalitete Rimski Šančevi i Padinska Skela, dok je za lokalitet Zemun Polje i prosek svih lokaliteta nije bilo značajne razlike.

Tabela 10. Značajnost razlika hlebne i durum pšenice za dvogodišnje proseke agronomskih osobina po lokalitetima testirane t-testom.

| Osobina                            | Jedinica | Vrsta  | Lokalitet |        |        | Prosek svih lokaliteta |
|------------------------------------|----------|--------|-----------|--------|--------|------------------------|
|                                    |          |        | RS        | ZP     | PS     |                        |
| Prinos zrna                        | (kg/ha)  | hlebna | 6969 a    | 6412 a | 7558 a | 6979 a                 |
|                                    |          | durum  | 3952 b    | 3749 b | 4943 b | 4215 b                 |
| Masa hiljadu zrna                  | (g)      | hlebna | 38,9 a    | 41,6 a | 37,4 a | 39,3 a                 |
|                                    |          | durum  | 47,1 b    | 48,2 b | 42,3 b | 45,9 b                 |
| Visina biljke                      | cm       | hlebna | 92,3 a    | 84,8 a | 88,92a | 88,7 a                 |
|                                    |          | durum  | 72,5 b    | 71,0 b | 71,0 b | 71,5 b                 |
| Dužina klasa                       | (cm)     | hlebna | 8,6 a     | 8,6 a  | 9,4 a  | 8,8 a                  |
|                                    |          | durum  | 7,3 b     | 7,2 b  | 7,4 b  | 7,3 b                  |
| Broj zrna po klasu                 |          | hlebna | 37,1 a    | 40,5 a | 46,5 a | 41,4 a                 |
|                                    |          | durum  | 41,0 b    | 39,9 a | 43,1 b | 41,3 a                 |
| Dužina zrna                        | (mm)     | hlebna | 6,03 a    | 6,13 a | 5,99 a | 6,05 a                 |
|                                    |          | durum  | 7,25 b    | 7,08 b | 6,88 b | 7,07 b                 |
| Širina zrna                        | (mm)     | hlebna | 3,20 a    | 3,31 a | 3,15 a | 3,22 a                 |
|                                    |          | durum  | 3,10 b    | 3,23 b | 3,02 b | 3,12 b                 |
| Debljina zrna                      | (mm)     | hlebna | 2,74 a    | 2,82 a | 2,76 a | 2,77 a                 |
|                                    |          | durum  | 2,96 b    | 3,02 b | 2,88 b | 2,95 b                 |
| Koeficijent produktivnog bokorenja |          | hlebna | 1,73 a    | 1,39 a | 2,18 a | 1,76 a                 |
|                                    |          | durum  | 1,59 a    | 1,39 a | 2,04 a | 1,67 a                 |

Proseci označeni različitim slovom u okviru kolona za pojedinačnu osobinu se statistički značajno razlikuju ( $P < 0,05$ )

Testiranje značajnosti razlika genotipova hlebne i durum pšenice za proseke hemijsko-tehnoloških osobina po lokalitetima je takođe izvršeno t-testom (tabela 11). Za sadržaj fitinske kiseline značajna razlika između hlebne i durum pšenice je utvrđena samo na lokalitetu Rimski Šančevi. Značajnost razlike za sadržaj neorganskog fosfora i  $\beta$ -karotena je ustanovljena na lokalitetu Padinska Skela. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora, i sadržaj PSH su bili značajno različiti između genotipova hlebne i durum pšenice na lokalitetima Rimski Šančevi i Padinska Skela. Za sadržaj ukupnih fenola značajnost razlike između hlebne i durum pšenice je ustanovljena na lokalitetima Rimski Šančevi i Zemun Polje. Značajna razlika za sadržaj rastvorljivih proteina je bila utvrđena na svim lokalitetima i prosecima lokaliteta.

Tabela 11. Značajnost razlika hlebne i durum pšenice za dvogodišnje proseke hemijsko-tehnoloških osobina po lokalitetima testirane t-testom.

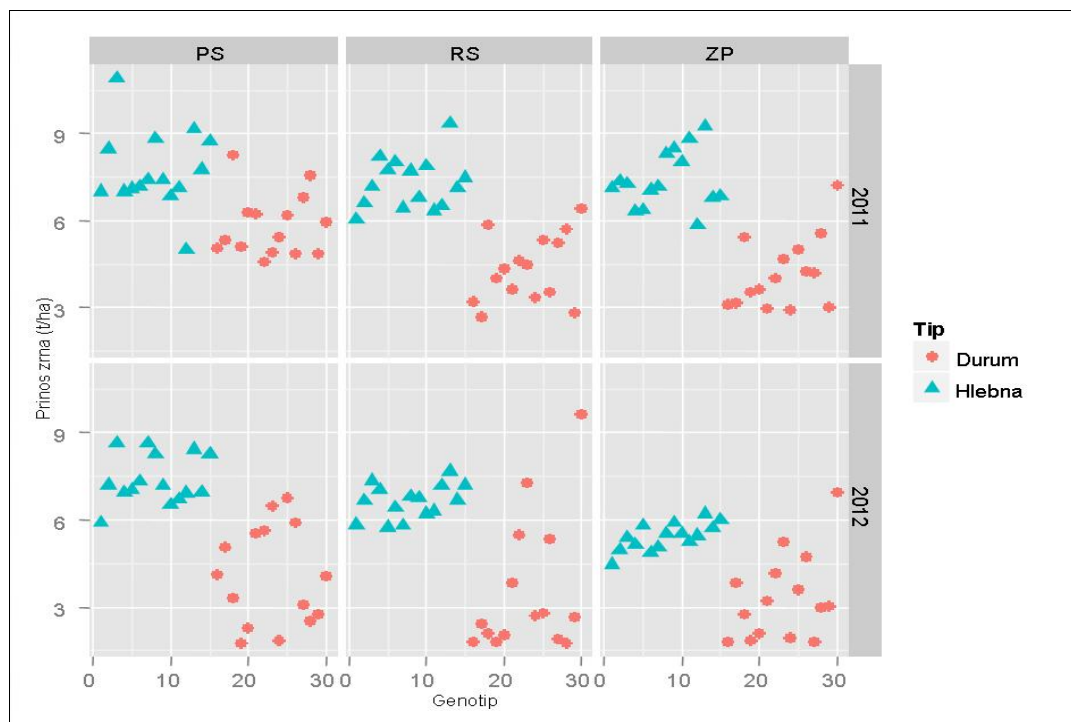
| Osobina                               | Jedinica     | Vrsta  | Lokalitet |         |         | Prosek svih lokaliteta |
|---------------------------------------|--------------|--------|-----------|---------|---------|------------------------|
|                                       |              |        | RS        | ZP      | PS      |                        |
| Fitinska kiselina                     | (mg/g)       | hlebna | 14,84 a   | 14,22 a | 14,59 a | 14,55 a                |
|                                       |              | durum  | 13,72 b   | 14,64 a | 14,97 a | 14,45 a                |
| Neorganski fosfor                     | (mg/g)       | hlebna | 0,338 a   | 0,416 a | 0,398 a | 0,384 a                |
|                                       |              | durum  | 0,361 a   | 0,406 a | 0,358 b | 0,375 a                |
| Odnos fitinskog i neorganskog fosfora |              | hlebna | 12,4 a    | 10,0 a  | 10,5 a  | 11,0 a                 |
|                                       |              | durum  | 11,1 b    | 10,4 a  | 12,0 b  | 11,2 a                 |
| $\beta$ - karoten                     | (μg/g (a.s)) | hlebna | 3,92 a    | 3,86 a  | 3,82 a  | 3,87 a                 |
|                                       |              | durum  | 4,24 a    | 4,18 a  | 4,30 b  | 4,24 a                 |
| Ukupni fenoli                         | (μg/g)       | hlebna | 852,1 a   | 941,8 a | 989,9 a | 927,9 a                |
|                                       |              | durum  | 994,8 b   | 783,8 b | 944,2 a | 907,6 a                |
| Slobodne sulfhidrilne grupe proteina  | (nmol/g)     | hlebna | 57,71 a   | 87,65 a | 98,43 a | 81,26 a                |
|                                       |              | durum  | 68,65 b   | 99,93 a | 85,09 b | 84,56 a                |
| Rastvorljivi proteini                 | (mg/g)       | hlebna | 20,61 a   | 16,88 a | 17,55 a | 18,35 a                |
|                                       |              | durum  | 19,04 b   | 18,27 b | 20,65 b | 19,32 b                |

Proseci označeni različitim slovom u okviru kolona za pojedinačnu osobinu se statistički značajno razlikuju ( $P < 0,05$ )

## 6.2. Prosečne vrednosti, analiza varijanse i Tukey test značajnosti

### 6.2.1. Agronomске osobine pšenice

Prosečne vrednosti za prinos zrna po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 12 i grafikonu 1. Značajnost razlika prosečnih vrednosti prinosa zrna po genotipovima hlebne i durum pšenice i po sredinama dobijena primenom Tukey (HSD) testa je takođe prikazana u tabeli 12.



Grafikon 1. Prinos zrna u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost prinosa zrna za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 6979 kg/ha. Najveći prosečan prinos zrna je ostvario genotip H13 (8340 kg/ha), dok je najmanji prosečan prinos imao genotip H1 (6063 kg/ha). Po sredinama, najveći prosečan prinos zrna od 7724 kg/ha je zabeležen u PS-11, dok je najmanji prosečan prinos zrna od 5420 kg/ha izmeren u ZP-12. Na osnovu Tukey test je utvrđeno postojanje značajne razlike prosečnog prinosa zrna između svih sredina osim između RS-11, ZP-11 i PS-12 za genotipove hlebne pšenice.

Prosečna vrednost prinosa zrna za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 4215 kg/ha. Najveći prosečan prinos zrna je ostvario genotip D15 (6703 kg/ha), dok je najmanji prosečan prinos imao genotip D4 (3002 kg/ha). Po sredinama, najveći prosečan prinos zrna od 5816 kg/ha je zabeležen u PS-11, dok je najmanji prosečan prinos zrna od 3321 kg/ha izmeren u ZP-12. Na osnovu Tukey test je utvrđeno postojanje značajne razlike prosečnog prinosa zrna između sredina za genotipove durum pšenice.

Tabela 12. Prosečne vrednosti za prinos zrna (kg/ha) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 6050      | 7138    | 7004   | 6731   | 5838      | 4463   | 5888   | 5396   | 6063 g (g)           |
| H2         | 6608      | 7367    | 8467   | 7481   | 6646      | 4963   | 7208   | 6272   | 6876 ed (ed)         |
| H3         | 7179      | 7250    | 10904  | 8444   | 7346      | 5400   | 8629   | 7125   | 7785 b (b)           |
| H4         | 8196      | 6333    | 7004   | 7178   | 7033      | 5158   | 6929   | 6374   | 6776 ef (ef)         |
| H5         | 7729      | 6358    | 7104   | 7064   | 5738      | 5817   | 7021   | 6192   | 6628 f (f)           |
| H6         | 8038      | 7054    | 7175   | 7422   | 6413      | 4863   | 7333   | 6203   | 6812 ef (ef)         |
| H7         | 6442      | 7163    | 7404   | 7003   | 5804      | 5050   | 8658   | 6504   | 6753 ef (ef)         |
| H8         | 7713      | 8308    | 8829   | 8283   | 6796      | 5533   | 8254   | 6861   | 7572 cb (cb)         |
| H9         | 6800      | 8508    | 7396   | 7568   | 6746      | 5913   | 7196   | 6618   | 7093 d (d)           |
| H10        | 7888      | 8025    | 6825   | 7579   | 6213      | 5529   | 6508   | 6083   | 6831 ef (ef)         |
| H11        | 6342      | 8833    | 7121   | 7432   | 6304      | 5242   | 6713   | 6086   | 6759 ef (ef)         |
| H12        | 6521      | 5850    | 5008   | 5793   | 7196      | 5454   | 6917   | 6522   | 6158 g (g)           |
| H13        | 9329      | 9250    | 9138   | 9239   | 7679      | 6208   | 8433   | 7440   | 8340 a (a)           |
| H14        | 7117      | 6775    | 7758   | 7217   | 6679      | 5708   | 6933   | 6440   | 6828 ef (ef)         |
| H15        | 7479      | 6838    | 8717   | 7678   | 7200      | 6000   | 8258   | 7153   | 7415 c (c)           |
| Prosek H   | 7295 b    | 7403 b  | 7724 a | 7474   | 6642 c    | 5420 d | 7392 b | 6485   | 6979                 |
| D1         | 3183      | 3129    | 5029   | 3781   | 1796      | 1813   | 4099   | 2569   | 3175 i (n)           |
| D2         | 2663      | 3171    | 5333   | 3722   | 2433      | 3817   | 5069   | 3773   | 3748 g (l)           |
| D3         | 5858      | 5417    | 8242   | 6506   | 2096      | 2729   | 3299   | 2708   | 4607 e (j)           |
| D4         | 3996      | 3538    | 5079   | 4204   | 1817      | 1833   | 1750   | 1800   | 3002 j (n)           |
| D5         | 4317      | 3629    | 6258   | 4735   | 2013      | 2079   | 2255   | 2116   | 3425 h (m)           |
| D6         | 3625      | 2983    | 6225   | 4278   | 3833      | 3196   | 5549   | 4193   | 4235 f (k)           |
| D7         | 4617      | 4029    | 4554   | 4400   | 5492      | 4150   | 5613   | 5085   | 4742 de (ji)         |
| D8         | 4471      | 4650    | 4883   | 4668   | 7263      | 5246   | 6496   | 6335   | 5501 b (h)           |
| D9         | 3346      | 2925    | 5442   | 3904   | 2700      | 1929   | 1838   | 2156   | 3030 ji (n)          |
| D10        | 5317      | 4979    | 6196   | 5497   | 2792      | 3575   | 6738   | 4368   | 4933 c (i)           |
| D11        | 3538      | 4250    | 4875   | 4221   | 5338      | 4733   | 5915   | 5329   | 4775 dc (ji)         |
| D12        | 5254      | 4217    | 6788   | 5419   | 1875      | 1788   | 3089   | 2250   | 3835 g (l)           |
| D13        | 5692      | 5550    | 7529   | 6257   | 1742      | 2954   | 2503   | 2400   | 4328 f (k)           |
| D14        | 2808      | 2996    | 4842   | 3549   | 2663      | 3029   | 2755   | 2816   | 3182 i (n)           |
| D15        | 6421      | 7200    | 5958   | 6526   | 9617      | 6942   | 4082   | 6880   | 6703 a (ef)          |
| Prosek D   | 4340 b    | 4178 c  | 5816 a | 4778   | 3564 e    | 3321 f | 4070 d | 3652   | 4215                 |
| Prosek H+D | 5818 b    | 5790 cb | 6770 a | 6126   | 5103 d    | 4370 e | 5731 c | 5068   | 5597                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Primenom analize varijanse (tabela 13) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za prinos zrna za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja prinosa zrna sa 44,0% (suma kvadrata), potom interakcija genotip  $\times$  sredina sa 31,6%, pa genotip sa 24,4%. Interakcijski efekat je u odnosu na efekat genotipa bio 1,3 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) pokazuje proporciju varijanse osobine objašnjene korišćenim modelom, tj. adekvatnost modela i iznosio je 0,97.

Tabela 13. Analiza varijanse za prinos zrna za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 212943209,3              | 44,0   | 42588641,9***                         |
| Genotip (G)      | 14                              | 117977199,5              | 24,4   | 8426942,8***                          |
| G $\times$ E     | 70                              | 153181701,1              | 31,6   | 2188310,0***                          |

\*\*\*  $P < 0,001$ <sup>†</sup>; testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,97$

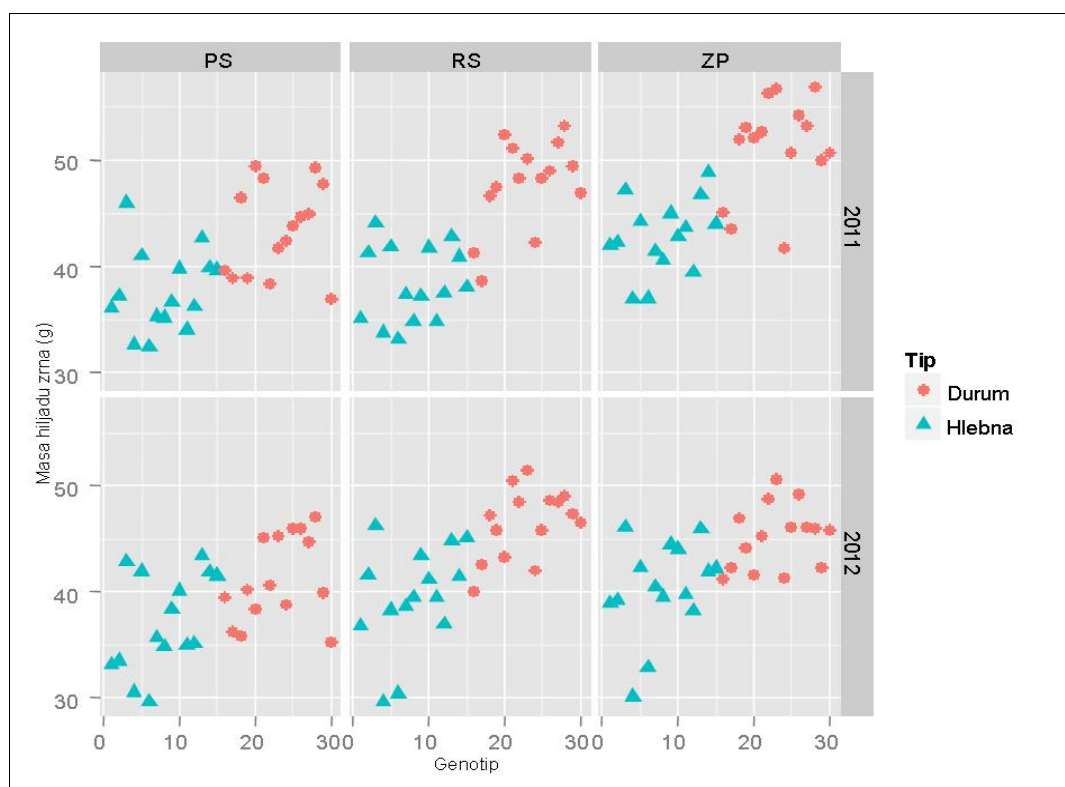
Analiza varijanse (tabela 14) je pokazala značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za prinos zrna za genotipove durum pšenice. Efekat interakcije genotip  $\times$  sredina je bio najvažniji izvor varijacije prinosa zrna sa 43,7% (suma kvadrata), potom genotip sa 34,5%, pa sredina sa 21,8%. Interakcijski efekat je u odnosu na efekat genotipa bio 1,3 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 14. Analiza varijanse za prinos zrna za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 229349289,7              | 21,8   | 45869857,9***                         |
| Genotip (G)      | 14                              | 363131621,2              | 34,5   | 25937972,9***                         |
| G $\times$ E     | 70                              | 459168664,6              | 43,7   | 6559552,4***                          |

\*\*\*  $P < 0,001$ <sup>†</sup>; testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

Prosečne vrednosti za masu hiljadu zrna po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 15 i grafikonu 2. Značajnost razlika prosečnih vrednosti mase hiljadu zrna po genotipovima hlebne i durum pšenice i po sredinama dobijena primenom Tukey (HSD) testa je takođe prikazana u tabeli 15.



Grafikon 2. Masa hiljadu zrna u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost mase hiljadu zrna za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 39,3 g. Najveću prosečnu masu hiljadu zrna je ostvario genotip H3 (45,4 g), dok je najmanju prosečnu masu hiljadu zrna imao genotip H4 (32,3 g). Najveća prosečna masa hiljadu zrna od 42,8 g zabeležena je u ZP-11, dok je najmanja prosečna masa hiljadu zrna od 37,2 g izmerena u PS-12. Uz pomoć Tukey testa utvrđeno je postojanje značajne razlike za prosečnu masu hiljadu zrna između sredina, osim između PS-11 i PS-12 za genotipove hlebne pšenice.

Prosečna vrednost mase hiljadu zrna za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 45,9 g. Najveću prosečnu masu hiljadu zrna je ostvario genotip D13

(50,2 g), dok je najmanju prosečnu masu hiljadu zrna imao genotip D2 (40,4 g). Najveća prosečna masa hiljadu zrna od 51,2 g zabeležena je u ZP-11, dok je najmanja prosečna masa hiljadu zrna od 41,2 g izmerena u PS-12. Primenom Tukey testa utvrđeno je postojanje značajne razlike prosečne mase hiljadu zrna između svih sredina za genotipove durum pšenice.

Tabela 15. Prosečne vrednosti za masu hiljadu zrna (g) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 35,1      | 42,0   | 36,1   | 37,7   | 36,8      | 38,9   | 33,2   | 36,3   | 37,0 g (n)           |
| H2         | 41,3      | 42,3   | 37,3   | 40,3   | 41,5      | 39,2   | 33,5   | 38,1   | 39,2 e (ml)          |
| H3         | 44,1      | 47,2   | 46,0   | 45,8   | 46,3      | 46,1   | 42,9   | 45,1   | 45,4 a (dfe)         |
| H4         | 33,8      | 36,9   | 32,6   | 34,4   | 29,6      | 30,2   | 30,5   | 30,1   | 32,3 h (o)           |
| H5         | 41,9      | 44,3   | 41,0   | 42,4   | 38,3      | 42,3   | 41,9   | 40,9   | 41,6 dc (ij)         |
| H6         | 33,1      | 37,0   | 32,5   | 34,2   | 30,4      | 32,9   | 29,6   | 31,0   | 32,6 h (o)           |
| H7         | 37,3      | 41,4   | 35,3   | 38,0   | 38,6      | 40,4   | 35,7   | 38,2   | 38,1 f (mn)          |
| H8         | 34,8      | 40,6   | 35,2   | 36,9   | 39,5      | 39,6   | 34,8   | 38,0   | 37,4 gf (n)          |
| H9         | 37,2      | 45,0   | 36,6   | 39,6   | 43,5      | 44,5   | 38,4   | 42,1   | 40,9 d (jk)          |
| H10        | 41,8      | 42,8   | 39,8   | 41,5   | 41,2      | 44,0   | 40,1   | 41,8   | 41,6 dc (ij)         |
| H11        | 34,8      | 43,7   | 34,1   | 37,5   | 39,5      | 39,8   | 35,0   | 38,1   | 37,8 gf (n)          |
| H12        | 37,5      | 39,4   | 36,3   | 37,7   | 37,0      | 38,2   | 35,1   | 36,7   | 37,2 gf (n)          |
| H13        | 42,8      | 46,8   | 42,7   | 44,1   | 44,9      | 45,9   | 43,5   | 44,7   | 44,4 b (gf)          |
| H14        | 41,0      | 48,8   | 39,8   | 43,2   | 41,4      | 41,9   | 41,8   | 41,7   | 42,5 c (ih)          |
| H15        | 38,0      | 44,0   | 39,7   | 40,6   | 45,1      | 42,2   | 41,5   | 43,0   | 41,8 dc (ij)         |
| Prosek H   | 38,3 d    | 42,8 a | 37,6 e | 39,6   | 39,6 c    | 40,4 b | 37,2 e | 39,0   | 39,3                 |
| D1         | 41,3      | 45,1   | 39,6   | 42,0   | 40,1      | 41,2   | 39,5   | 40,3   | 41,1 f (jk)          |
| D2         | 38,7      | 43,5   | 38,9   | 40,3   | 42,7      | 42,3   | 36,2   | 40,4   | 40,4 f (lk)          |
| D3         | 46,6      | 52,0   | 46,5   | 48,4   | 47,3      | 46,9   | 35,9   | 43,3   | 45,8 dc (dce)        |
| D4         | 47,4      | 53,1   | 38,9   | 46,5   | 45,8      | 44,1   | 40,1   | 43,3   | 44,9 de (fe)         |
| D5         | 52,4      | 52,2   | 49,4   | 51,3   | 43,3      | 41,5   | 38,3   | 41,0   | 46,2 c (dc)          |
| D6         | 51,1      | 52,7   | 48,3   | 50,7   | 50,5      | 45,2   | 45,1   | 46,9   | 48,8 b (b)           |
| D7         | 48,4      | 56,3   | 38,4   | 47,7   | 48,5      | 48,7   | 40,7   | 46,0   | 46,8 c (c)           |
| D8         | 50,1      | 56,7   | 41,7   | 49,5   | 51,4      | 50,6   | 45,2   | 49,1   | 49,3 ba (ba)         |
| D9         | 42,2      | 41,7   | 42,4   | 42,1   | 42,0      | 41,3   | 38,8   | 40,7   | 41,4 f (ijk)         |
| D10        | 48,3      | 50,7   | 43,9   | 47,6   | 45,8      | 46,1   | 45,9   | 46,0   | 46,8 c (c)           |
| D11        | 49,0      | 54,2   | 44,6   | 49,3   | 48,7      | 49,1   | 46,0   | 47,9   | 48,6 b (b)           |
| D12        | 51,7      | 53,2   | 44,9   | 49,9   | 48,4      | 46,0   | 44,6   | 46,3   | 48,1 b (b)           |
| D13        | 53,2      | 56,9   | 49,3   | 53,1   | 49,0      | 46,0   | 47,0   | 47,3   | 50,2 a (a)           |
| D14        | 49,5      | 49,9   | 47,7   | 49,0   | 47,3      | 42,3   | 39,9   | 43,2   | 46,1 dc (dce)        |
| D15        | 46,9      | 50,6   | 36,9   | 44,8   | 46,5      | 45,7   | 35,2   | 42,5   | 43,6 e (gh)          |
| Prosek D   | 47,8 b    | 51,2 a | 43,4 e | 47,5   | 46,5 c    | 45,1 d | 41,2 f | 44,3   | 45,9                 |
| Prosek H+D | 43,0 b    | 47,0 a | 40,5 c | 43,5   | 43,0 b    | 42,8 b | 39,2 d | 41,7   | 42,6                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Analiza varijanse (tabela 16) je ukazala na značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za masu hiljadu zrna za set genotipova hlebne pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor varijacije mase hiljadu zrna sa 69,2% (suma kvadrata), potom sredina sa 18,5%, pa interakcija genotip  $\times$  sredina sa 12,4%. Efekat genotipa u odnosu na efekat interakcije je bio 5,6 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,97.

Tabela 16. Analiza varijanse za masu hiljadu zrna za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS<br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 1309,07                  | 18,5   | 261,81***                |
| Genotip (G)      | 14                              | 4894,19                  | 69,2   | 349,58***                |
| G $\times$ E     | 70                              | 874,92                   | 12,4   | 12,50***                 |

\*\*\*  $P < 0,001^\dagger$ ; testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,97$

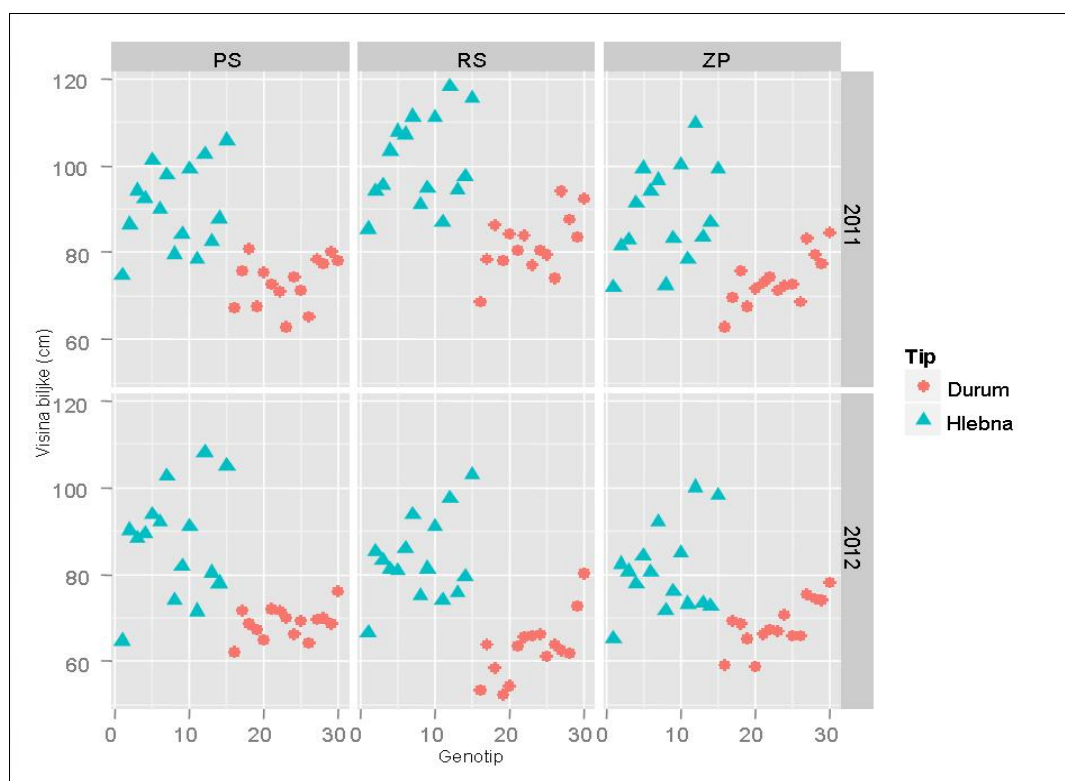
Primenom analize varijanse (tabela 17) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za masu hiljadu zrna za set genotipova durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor varijacije mase hiljadu zrna sa 41,2% (suma kvadrata), potom genotip sa 35,9%, pa interakcija genotipa i sredine sa 22,9%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 1,6 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,96.

Tabela 17. Analiza varijanse za masu hiljadu zrna za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 3653,80                  | 41,2   | 730,76***                             |
| Genotip (G)      | 14                              | 3179,95                  | 35,9   | 227,14***                             |
| G $\times$ E     | 70                              | 2023,54                  | 22,9   | 28,91***                              |

\*\*\*  $P < 0,001^\dagger$ ; testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,96$

Prosečne vrednosti za visinu biljke po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 18 i grafikonu 3. Značajnost razlika prosečnih vrednosti visine biljke po genotipovima hlebne i durum pšenice, i po sredinama je dobijena primenom Tukey (HSD) testa i prikazana je u tabeli 18.



Grafikon 3. Visina biljke u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost visine biljke za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 88,7 cm. Najveću prosečnu visinu biljke je ostvario genotip H12 (106,0 cm), dok je najmanju prosečnu visinu biljke imao genotip H1 (71,5 g). Najveća prosečna visina biljke od 101,0 cm je zabeležena u RS-11, dok je najmanja prosečna visina biljke od 80,9 cm izmerena u PS-12. Na osnovu Tukey testa utvrđeno je postojanje značajne razlike u visini biljke između sredina, osim između ZP-11 i PS-11, i ZP-11 i PS-12 za genotipove hlebne pšenice.

Prosečna vrednost visine biljke za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 71,5 cm. Najveću prosečnu visinu biljke je ostvario genotip D15 (81,6 cm), dok je najmanju prosečnu visinu biljke imao genotip D1 (62,2 cm). Najveća prosečna visina biljke od 81,9 cm je zabeležena u RS-11, dok je najmanja prosečna visina biljke od 63,1 cm izmerena u RS-12. Na osnovu Tukey test značajnosti utvrđeno je postojanje značajne razlike u visini biljke između sredina, osim između ZP-11 i PS-11, kao i između ZP-12 i PS-12 za genotipove durum pšenice.

Tabela 18. Prosečne vrednosti za visinu biljke (cm) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 85,4      | 72,0    | 74,7   | 77,4   | 66,7      | 65,3   | 64,7   | 65,6   | 71,5 j (mln)         |
| H2         | 94,2      | 81,6    | 86,5   | 87,4   | 85,3      | 82,4   | 90,2   | 86,0   | 86,7 gf (gf)         |
| H3         | 95,5      | 82,9    | 94,3   | 90,9   | 83,3      | 80,7   | 88,4   | 84,2   | 87,5 f (f)           |
| H4         | 103,5     | 91,4    | 92,4   | 95,7   | 81,2      | 77,9   | 89,5   | 82,8   | 89,3 ef (ef)         |
| H5         | 107,9     | 99,4    | 101,2  | 102,8  | 80,9      | 84,3   | 93,7   | 86,3   | 94,5 cd (cd)         |
| H6         | 107,2     | 94,1    | 90,0   | 97,1   | 85,9      | 80,6   | 92,1   | 86,2   | 91,6 ed (ed)         |
| H7         | 111,3     | 96,7    | 97,7   | 101,9  | 93,8      | 92,0   | 102,5  | 96,1   | 99,0 b (b)           |
| H8         | 91,0      | 72,5    | 79,6   | 81,0   | 75,0      | 71,7   | 74,0   | 73,6   | 77,3 i (i)           |
| H9         | 94,9      | 83,1    | 84,2   | 87,4   | 81,4      | 76,2   | 81,8   | 79,8   | 83,6 gh (gh)         |
| H10        | 111,2     | 100,3   | 99,3   | 103,6  | 91,0      | 84,9   | 91,0   | 89,0   | 96,3 cb (cb)         |
| H11        | 86,9      | 78,4    | 78,4   | 81,2   | 74,2      | 73,2   | 71,5   | 72,9   | 77,1 i (i)           |
| H12        | 118,3     | 109,6   | 102,5  | 110,1  | 97,5      | 100,1  | 108,1  | 101,9  | 106,0 a (a)          |
| H13        | 94,3      | 83,6    | 82,4   | 86,8   | 75,7      | 73,4   | 80,4   | 76,5   | 81,6 h (h)           |
| H14        | 97,6      | 86,9    | 87,8   | 90,8   | 79,6      | 72,8   | 78,0   | 76,8   | 83,8 gh (gh)         |
| H15        | 115,4     | 99,2    | 105,8  | 106,8  | 103,1     | 98,4   | 105,1  | 102,2  | 104,5 a (a)          |
| Prosek H   | 101,0 a   | 88,8 cb | 90,4 b | 93,4   | 83,6 d    | 80,9 e | 87,4 c | 84,0   | 88,7                 |
| D1         | 68,6      | 62,7    | 67,2   | 66,2   | 53,2      | 59,1   | 62,2   | 58,2   | 62,2 j (q)           |
| D2         | 78,3      | 69,7    | 75,7   | 74,6   | 64,0      | 69,3   | 71,6   | 68,3   | 71,4 edf (mln)       |
| D3         | 86,3      | 75,8    | 80,8   | 81,0   | 58,5      | 68,6   | 68,6   | 65,2   | 73,1 cd (jlk)        |
| D4         | 78,2      | 67,5    | 67,6   | 71,1   | 52,3      | 65,3   | 67,2   | 61,6   | 66,3 i (p)           |
| D5         | 84,4      | 71,6    | 75,5   | 77,2   | 54,5      | 58,8   | 64,8   | 59,3   | 68,2 hgi (opn)       |
| D6         | 80,5      | 73,2    | 72,7   | 75,5   | 63,4      | 66,4   | 71,9   | 67,2   | 71,3 edf (mln)       |
| D7         | 84,0      | 74,4    | 71,0   | 76,5   | 65,7      | 67,4   | 71,6   | 68,2   | 72,4 ed (lk)         |
| D8         | 77,2      | 71,3    | 62,9   | 70,5   | 65,7      | 66,9   | 70,1   | 67,6   | 69,0 hgf (mopn)      |
| D9         | 80,3      | 72,5    | 74,3   | 75,7   | 66,2      | 70,7   | 66,1   | 67,7   | 71,7ed (ml)          |
| D10        | 79,6      | 72,7    | 71,1   | 74,5   | 61,0      | 66,1   | 69,4   | 65,5   | 70,0 egf (moln)      |
| D11        | 74,1      | 68,4    | 65,2   | 69,2   | 64,0      | 66,0   | 64,3   | 64,8   | 67,0 hi (op)         |
| D12        | 94,0      | 83,3    | 78,3   | 85,2   | 62,5      | 75,6   | 69,5   | 69,2   | 77,2 b (i)           |
| D13        | 87,7      | 79,5    | 77,3   | 81,5   | 62,0      | 74,5   | 69,9   | 68,8   | 75,1 cb (jik)        |
| D14        | 83,4      | 77,5    | 80,2   | 80,3   | 72,9      | 74,2   | 68,8   | 71,9   | 76,1 b (ji)          |
| D15        | 92,5      | 84,7    | 77,9   | 85,0   | 80,3      | 78,2   | 76,1   | 78,2   | 81,6 a (h)           |
| Prosek D   | 81,9 a    | 73,6 b  | 73,2 b | 76,2   | 63,1 d    | 68,5 c | 68,8 c | 66,8   | 71,5                 |
| Prosek H+D | 91,4 a    | 81,2 b  | 81,8 b | 84,8   | 73,4 e    | 74,7 d | 78,1 c | 75,4   | 80,1                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Primenjena analize varijanse (tabela 19) je ukazala na značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za visinu biljke za set genotipova hlebne pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor varijacije visine biljke sa 66,0% (suma kvadrata), potom sredina sa 28,0%, pa interakcija sa 6,00%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 11 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,95.

Tabela 19. Analiza varijanse za visinu biljke za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 14475,81                 | 28,0   | 2895,16***                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 34158,46                 | 66,0   | 2439,89***                            |
| G × E            | 70                              | 3106,28                  | 6,00   | 44,38***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške  $R^2 = 0,95$

Primenom analize varijanse (tabela 20) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za visinu biljke za set genotipova durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor varijacije visine biljke sa 51,6% (suma kvadrata), potom genotip sa 33,0%, pa interakcija genotip × sredina sa 15,4%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,1 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,93.

Tabela 20. Analiza varijanse za visinu biljke za durum pšenicu

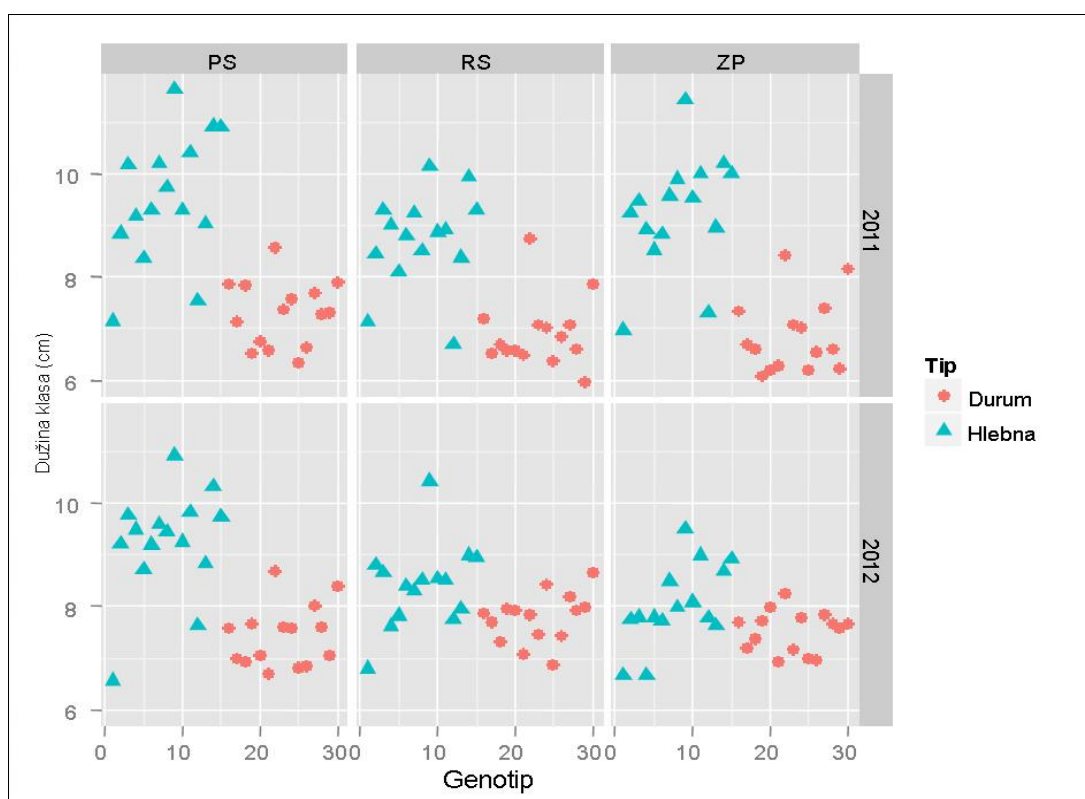
| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 12248,46              | 51,6   | 2449,69***                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 7839,50               | 33,0   | 559,96***                             |
| G × E            | 70                              | 3656,30               | 15,4   | 52,23***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,93$

Prosečne vrednosti za dužinu klasa po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 21 i grafikonu 4. Značajnost razlika prosečnih vrednosti dužine klasa po genotipovima i po

sredinama je dobijena primenom Tukey (HSD) testa i rezultati su takođe prikazani u tabeli 21.

Prosečna vrednost dužine klasa za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 8,8 cm. Najveću prosečnu dužinu klasa je ostvario genotip H9 (10,7 cm), dok je najmanju prosečnu dužinu klasa imao genotip H1 (6,9 cm). Najveća prosečna dužina klasa od 9,5 cm je zabeležena u PS-11, dok je najmanja prosečna dužina klasa od 8,0 cm izmerena u ZP-12. Na osnovu Tukey test značajnosti je utvrđeno postojanje značajne razlike u dužini klasa za genotipove hlebne pšenice između sredina, osim između ZP-11 i PS-12.



Grafikon 4. Dužina klasa u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost dužine klasa za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 7,3 cm. Najveću prosečnu dužinu klasa je ostvario genotip D7 (8,4 cm), dok je najmanju prosečnu dužinu klasa imao genotip D10 (6,6 cm). Najveća prosečna dužina klasa od 7,8 cm je zabeležena u RS-12, dok je najmanja prosečna dužina klasa od 6,8

cm izmerena u ZP-11. Na osnovu Tukey testa utvrđeno je postojanje značajne razlike u dužini klasa za genotipove durum pšenice između sredina, osim između RS-11 i ZP-11, PS11 i PS12, i ZP-12 i PS-12.

Analizom varijanse (tabela 22) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za dužinu klasa za genotipove hlebne pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor varijacije dužine klasa sa 67,1% (suma kvadrata), potom sredina sa 22,5%, pa interakcija genotipa i sredine sa 10,4%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 6,4 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,91.

Tabela 21. Prosečne vrednosti za dužinu klasa (cm) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |       |       |        | 2011-2012 |       |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|-------|-------|--------|-----------|-------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP    | PS    | Prosek | RS        | ZP    | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 7,1       | 7,0   | 7,1   | 7,1    | 6,8       | 6,7   | 6,6    | 6,7    | 6,9 j (onp)          |
| H2         | 8,4       | 9,2   | 8,8   | 8,8    | 8,8       | 7,8   | 9,2    | 8,6    | 8,7 fg (fhg)         |
| H3         | 9,3       | 9,5   | 10,2  | 9,6    | 8,7       | 7,8   | 9,8    | 8,7    | 9,2 ed (ced)         |
| H4         | 9,0       | 8,9   | 9,2   | 9,0    | 7,6       | 6,7   | 9,5    | 7,9    | 8,5 hg (ihg)         |
| H5         | 8,1       | 8,5   | 8,3   | 8,3    | 7,8       | 7,8   | 8,7    | 8,1    | 8,2 h (i)            |
| H6         | 8,8       | 8,8   | 9,3   | 9,0    | 8,4       | 7,7   | 9,2    | 8,4    | 8,7 fg (fhg)         |
| H7         | 9,2       | 9,6   | 10,2  | 9,7    | 8,3       | 8,5   | 9,6    | 8,8    | 9,2 ced (ced)        |
| H8         | 8,5       | 9,9   | 9,7   | 9,4    | 8,5       | 8,0   | 9,4    | 8,6    | 9,0 fe (fed)         |
| H9         | 10,1      | 11,4  | 11,6  | 11,1   | 10,4      | 9,5   | 10,9   | 10,3   | 10,7 a (a)           |
| H10        | 8,9       | 9,5   | 9,3   | 9,2    | 8,5       | 8,1   | 9,3    | 8,6    | 8,9 fe (feg)         |
| H11        | 8,9       | 10,0  | 10,4  | 9,8    | 8,5       | 9,0   | 9,8    | 9,1    | 9,4 cbd (cbd)        |
| H12        | 6,7       | 7,3   | 7,5   | 7,2    | 7,8       | 7,8   | 7,6    | 7,7    | 7,4 i (klm)          |
| H13        | 8,4       | 9,0   | 9,0   | 8,8    | 8,0       | 7,6   | 8,8    | 8,1    | 8,5 hg (ih)          |
| H14        | 9,9       | 10,2  | 10,9  | 10,4   | 9,0       | 8,7   | 10,3   | 9,3    | 9,8 b (b)            |
| H15        | 9,3       | 10,0  | 10,9  | 10,1   | 8,9       | 8,9   | 9,7    | 9,2    | 9,6 cb (cb)          |
| Prosek H   | 8,7 c     | 9,2 b | 9,5 a | 9,2    | 8,4 d     | 8,0 e | 9,2 b  | 8,6    | 8,8                  |
| D1         | 7,2       | 7,3   | 7,9   | 7,5    | 7,9       | 7,7   | 7,6    | 7,7    | 7,6 cb (k)           |
| D2         | 6,5       | 6,7   | 7,1   | 6,8    | 7,7       | 7,2   | 7,0    | 7,3    | 7,0 ed (onpm)        |
| D3         | 6,7       | 6,6   | 7,8   | 7,0    | 7,3       | 7,4   | 6,9    | 7,2    | 7,1 ed (onlm)        |
| D4         | 6,6       | 6,1   | 6,5   | 6,4    | 8,0       | 7,7   | 7,7    | 7,8    | 7,1 ed (onm)         |
| D5         | 6,6       | 6,2   | 6,8   | 6,5    | 7,9       | 8,0   | 7,1    | 7,7    | 7,1 ed (onm)         |
| D6         | 6,5       | 6,3   | 6,6   | 6,4    | 7,1       | 6,9   | 6,7    | 6,9    | 6,7 f (op)           |
| D7         | 8,7       | 8,4   | 8,6   | 8,6    | 7,8       | 8,3   | 8,7    | 8,3    | 8,4 a (ih)           |
| D8         | 7,1       | 7,1   | 7,4   | 7,2    | 7,5       | 7,2   | 7,6    | 7,4    | 7,3 cd (knlm)        |
| D9         | 7,0       | 7,0   | 7,6   | 7,2    | 8,4       | 7,8   | 7,6    | 7,9    | 7,6 cb (kl)          |
| D10        | 6,4       | 6,2   | 6,3   | 6,3    | 6,9       | 7,0   | 6,8    | 6,9    | 6,6 f (p)            |
| D11        | 6,8       | 6,5   | 6,6   | 6,7    | 7,4       | 7,0   | 6,8    | 7,1    | 6,9 ef (onp)         |
| D12        | 7,1       | 7,4   | 7,7   | 7,4    | 8,2       | 7,8   | 8,0    | 8,0    | 7,7 b (kj)           |
| D13        | 6,6       | 6,6   | 7,3   | 6,8    | 7,9       | 7,7   | 7,6    | 7,7    | 7,3 cd (knlm)        |
| D14        | 6,0       | 6,2   | 7,3   | 6,5    | 8,0       | 7,6   | 7,0    | 7,5    | 7,0 ed (onpm)        |
| D15        | 7,9       | 8,2   | 7,9   | 8,0    | 8,7       | 7,7   | 8,4    | 8,2    | 8,1 a (ij)           |
| Prosek D   | 6,9 d     | 6,8 d | 7,3 c | 7,0    | 7,8 a     | 7,5 b | 7,4 cb | 7,6    | 7,3                  |
| Prosek H+D | 7,8 c     | 8,0 b | 8,4 a | 8,1    | 8,1 b     | 7,8 c | 8,3 a  | 8,1    | 8,1                  |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 22. Analiza varijanse za dužinu klasa za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni slobode) | SS<br>(suma kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                            | 98,06                 | 22,5   | 19,61***                              |
| Genotip (G)      | 14                           | 291,70                | 67,1   | 20,84***                              |
| G × E            | 70                           | 45,26                 | 10,4   | 0,65***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,91$

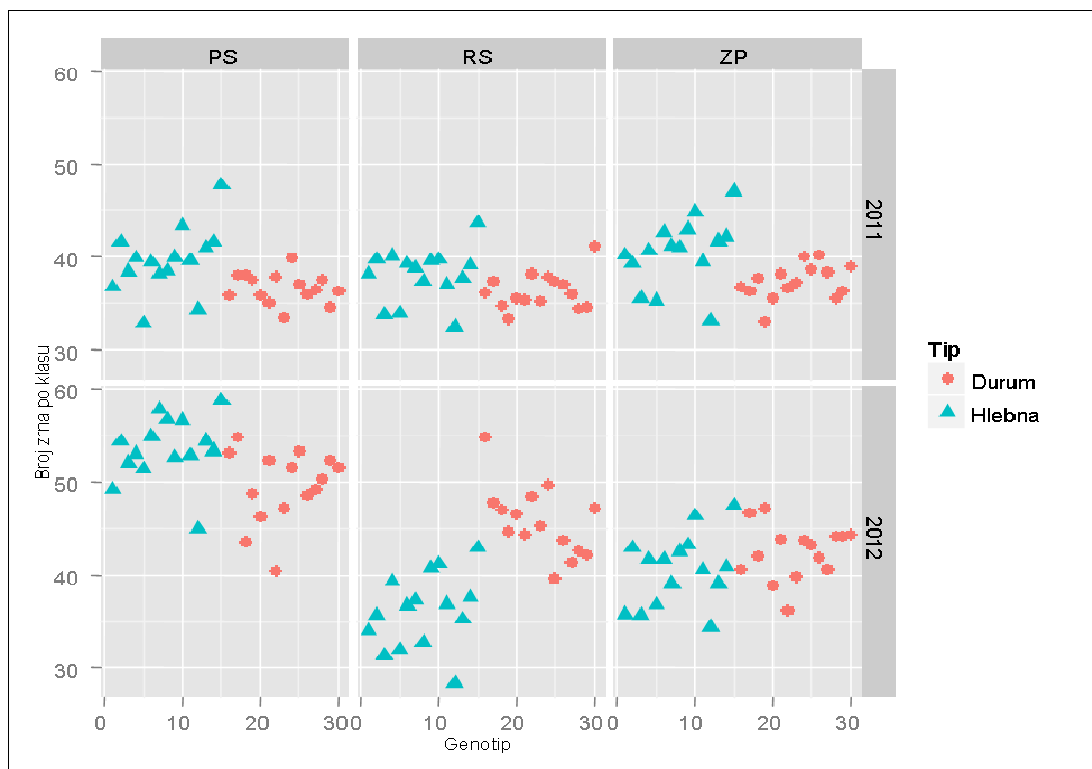
Primenom analize varijanse (tabela 23) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za dužinu klasa za set genotipova durum pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor variranja dužine klasa sa 54,4% (suma kvadrata), potom sredina sa 24,6%, pa interakcija genotipa sa sredinom sa 21,0%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,6 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,85.

Tabela 23. Analiza varijanse za dužinu klasa za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni slobode) | SS<br>(suma kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                            | 38,43                 | 24,6   | 7,68***                               |
| Genotip (G)      | 14                           | 85,08                 | 54,4   | 6,08***                               |
| G × E            | 70                           | 32,85                 | 21,0   | 0,47***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,85$

Prosečne vrednosti za broj zrna po klasu po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 24 i grafikonu 5. Značajnost razlike prosečnih vrednosti broja zrna po klasu po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i prikazana je takođe u tabeli 24.



Grafikon 5. Broj zrna po klasu u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za broj zrna po klasu za genotipove hlebne pšenice za sve sredina je iznosila 41,4. Najveću prosečnu vrednost za broj zrna po klasu je ostvario genotip H15 (47,9 cm), dok je najmanju prosečnu vrednost za broj zrna po klasu imao genotip H12 (34,6 cm). Najveći prosečan broj zrna po klasu od 53,5 je izmeren u PS-12, dok je najmanji prosečni broj zrna po klasu od 36,1 izmeren u RS-12. Primenom Tukey test značajnosti utvrđeno je postojanje značajne razlike za broj zrna po klasu za genotipove hlebne pšenice između sredina, osim između ZP-11 i ZP-12.

Tabela 24. Prosečne vrednosti za broj zrna po klasu po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 38,2      | 40,1   | 36,7   | 38,3   | 34,0      | 35,8   | 49,2   | 39,7   | 39,0 f (lm)          |
| H2         | 39,7      | 39,3   | 41,7   | 40,2   | 35,6      | 42,9   | 54,4   | 44,3   | 42,2 dc (dfge)       |
| H3         | 33,8      | 35,4   | 38,4   | 35,9   | 31,4      | 35,6   | 52,1   | 39,7   | 37,8 g (nm)          |
| H4         | 40,2      | 40,7   | 39,9   | 40,2   | 39,3      | 41,6   | 53,0   | 44,7   | 42,4 dc (dfce)       |
| H5         | 33,9      | 35,3   | 32,9   | 34,0   | 31,9      | 36,8   | 51,4   | 40,0   | 37,0 g (n)           |
| H6         | 39,2      | 42,6   | 39,4   | 40,4   | 36,7      | 41,7   | 54,9   | 44,4   | 42,4 dc (dfe)        |
| H7         | 38,8      | 41,1   | 38,2   | 39,4   | 37,3      | 39,0   | 57,8   | 44,7   | 42,0 dce (hfge)      |
| H8         | 37,4      | 40,9   | 38,5   | 39,0   | 32,7      | 42,5   | 56,7   | 44,0   | 41,5 de (hfgi)       |
| H9         | 39,6      | 43,0   | 40,0   | 40,8   | 40,8      | 43,3   | 52,6   | 45,5   | 43,2 c (dce)         |
| H10        | 39,7      | 44,8   | 43,3   | 42,6   | 41,2      | 46,4   | 56,6   | 48,1   | 45,3 b (b)           |
| H11        | 37,0      | 39,5   | 39,6   | 38,7   | 36,8      | 40,5   | 52,7   | 43,4   | 41,0 e (hjgi)        |
| H12        | 32,4      | 33,2   | 34,3   | 33,3   | 28,3      | 34,4   | 44,9   | 35,9   | 34,6 h (o)           |
| H13        | 37,7      | 41,7   | 41,0   | 40,1   | 35,2      | 39,1   | 54,4   | 42,9   | 41,5 de (hfgi)       |
| H14        | 39,1      | 42,2   | 41,6   | 41,0   | 37,6      | 40,9   | 53,3   | 43,9   | 42,4 dc (dfce)       |
| H15        | 43,7      | 47,0   | 47,7   | 46,1   | 42,9      | 47,4   | 58,7   | 49,7   | 47,9 a (a)           |
| Prosek H   | 38,0 d    | 40,4 b | 39,5 c | 39,3   | 36,1 e    | 40,5 b | 53,5 a | 43,38  | 41,4                 |
| D1         | 36,2      | 36,7   | 35,9   | 36,3   | 54,8      | 40,6   | 53,1   | 49,5   | 42,9 a (dce)         |
| D2         | 37,4      | 36,4   | 38,0   | 37,2   | 47,7      | 46,6   | 54,9   | 49,7   | 43,5 a (dc)          |
| D3         | 34,6      | 37,7   | 38,0   | 36,8   | 46,9      | 41,9   | 43,5   | 44,1   | 40,4 cbd (jki)       |
| D4         | 33,4      | 33,0   | 37,5   | 34,6   | 44,7      | 47,2   | 48,7   | 46,8   | 40,7 cbd (hjki)      |
| D5         | 35,6      | 35,5   | 35,8   | 35,6   | 46,6      | 38,8   | 46,3   | 43,9   | 39,8 d (ljk)         |
| D6         | 35,4      | 38,2   | 35,0   | 36,2   | 44,3      | 43,9   | 52,3   | 46,8   | 41,5 b (hfgi)        |
| D7         | 38,2      | 36,5   | 37,8   | 37,5   | 48,4      | 36,2   | 40,3   | 41,6   | 39,6 d (lk)          |
| D8         | 35,1      | 37,3   | 33,5   | 35,3   | 45,2      | 39,8   | 47,1   | 44,0   | 39,7 d (lk)          |
| D9         | 37,8      | 40,0   | 39,9   | 39,3   | 49,6      | 43,7   | 51,5   | 48,3   | 43,8 a (c)           |
| D10        | 37,3      | 38,6   | 37,1   | 37,7   | 39,6      | 43,2   | 53,2   | 45,3   | 41,5 b (hfgi)        |
| D11        | 37,1      | 40,1   | 36,0   | 37,7   | 43,7      | 41,8   | 48,6   | 44,7   | 41,2 cb (hfgi)       |
| D12        | 36,0      | 38,3   | 36,4   | 36,9   | 41,3      | 40,6   | 49,2   | 43,7   | 40,3 cd (ljki)       |
| D13        | 34,4      | 35,5   | 37,5   | 35,8   | 42,5      | 44,2   | 50,3   | 45,6   | 40,7 cbd (hjki)      |
| D14        | 34,6      | 36,3   | 34,5   | 35,2   | 42,1      | 44,1   | 52,3   | 46,2   | 40,7 cbd (jki)       |
| D15        | 41,1      | 39,0   | 36,2   | 38,8   | 47,2      | 44,3   | 51,5   | 47,7   | 43,2 a (dce)         |
| Prosek D   | 36,3 e    | 37,3 d | 36,6 e | 36,7   | 45,6 b    | 42,4 c | 49,5 a | 45,9   | 41,3                 |
| Prosek H+D | 37,2 f    | 38,9 d | 38,1 e | 38,0   | 40,9 c    | 41,5 b | 51,5 a | 44,6   | 41,3                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Prosečna vrednost za broj zrna po klasu za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 41,3. Najveću prosečnu vrednost za broj zrna po klasu je ostvario genotip D9 (43,8 cm), dok je najmanju prosečnu vrednost za broj zrna po klasu imao genotip D7 (39,6 cm). Najveći prosečan broj zrna po klasu od 49,5 je zabeležen u PS-12, dok je najmanji prosečni broj zrna po klasu od 36,3 izmeren u RS-11. Na osnovu Tukey test značajnosti utvrđeno je postojanje značajne razlike za broj zrna po klasu za genotipove durum pšenice između sredina, osim između RS-11 i PS-12.

Primenom analize varijanse (tabela 25) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za broj zrna po klasu za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor varijacije za broj zrna po klasu sa 72,7% (suma kvadrata), potom genotip sa 22,8%, pa genotip  $\times$  sredina interakcija sa 4,5%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 5,1 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 25. Analiza varijanse za broj zrna po klasu hlebne pšenice

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina<br>kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|------------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 11469,98                 | 72,7   | 2294,00****                              |
| Genotip (G)      | 14                              | 3594,92                  | 22,8   | 256,78****                               |
| G $\times$ E     | 70                              | 707,38                   | 4,5    | 10,10****                                |

\*\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

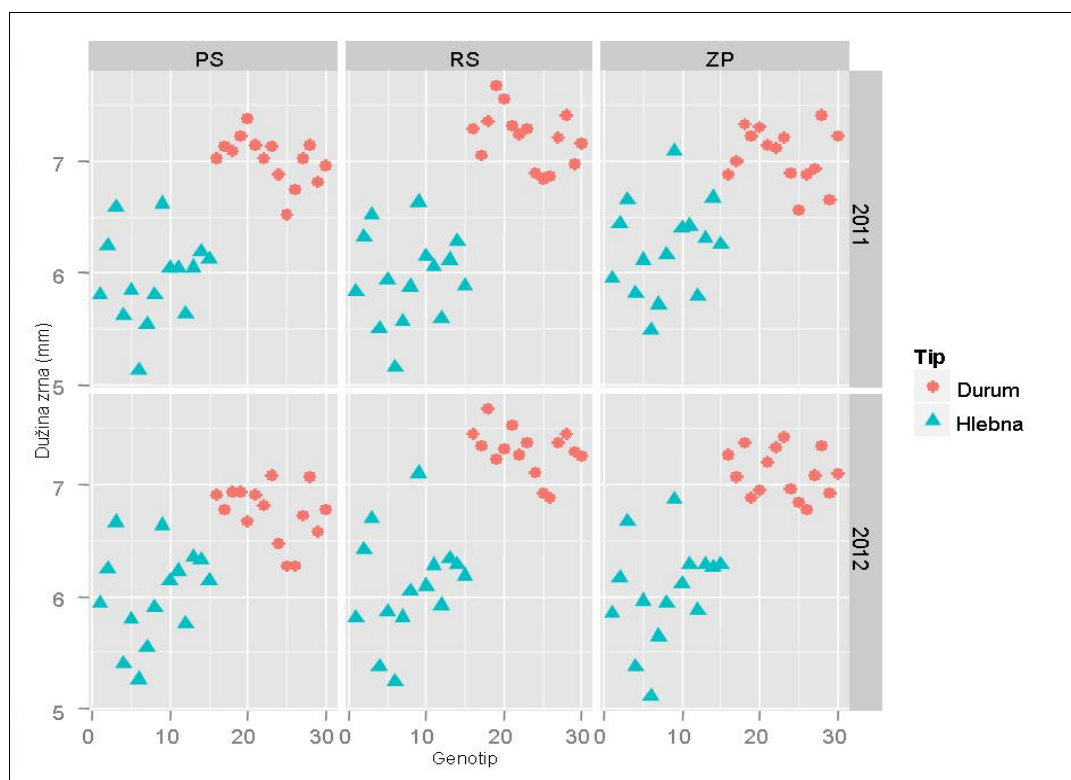
Takođe značajnost ( $P < 0,001$ ) je utvrđena za efekat sredine, genotipa i njihove interakcije za broj zrna po klasu za set genotipova durum pšenice (tabela 26). Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja broja zrna po klasu sa 77,0% (suma kvadrata), potom genotip sa 5,7%, pa G  $\times$  E sa 17,3%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 3 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,97.

Tabela 26. Analiza varijanse za broj zrna po klasu za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 9056,52                  | 77,0   | 1811,30***                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 670,01                   | 5,7    | 47,86***                              |
| G × E            | 70                              | 2028,03                  | 17,3   | 28,97***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,97$

Prosečne vrednosti za dužinu zrna po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 27 i grafikonu 6. Značajnost razlike prosečnih vrednosti dužine zrna po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 27.



Grafikon 6. Dužina zrna u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja.. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za dužinu zrna za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 6,05 mm. Najveću prosečnu vrednost za dužinu zrna je ostvario genotip H9 (6,83 mm), dok je najmanju prosečnu vrednost za dužinu zrna imao genotip H6 (5,23 mm). Najveća prosečna dužina zrna od 6,22 mm je zabeležena u ZP-11, dok je najmanja prosečna dužinu zrna od 5,95 mm izmerena u PS-11. Značajne razlike za dužinu zrna za genotipove hlebne pšenice između sredina, osim između RS-11 i PS-11, RS-11 i PS-12, ZP-12 i PS-12, i RS-12 i ZP-12 su utvrđene preko Tukey testa.

Prosečna vrednost za dužinu zrna za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 7,07 mm. Najveću prosečnu vrednost za dužinu zrna je ostvario genotip D13 (7,30 mm), dok je najmanju prosečnu vrednost za dužinu zrna imao genotip D10 (6,66 mm). Najveća prosečna dužinu zrna od 7,30 mm je zabeležena u RS-12, dok je najmanja prosečna dužina zrna od 6,75 mm izmerena u PS-12. Na osnovu Tukey test značajnosti utvrđeno je postojanje značajne razlike za dužinu zrna za genotipove hlebne pšenice između sredina, osim između ZP-11 i PS-11 i ZP-12, kao i između RS-11 i RS-12.

Primenom analize varijanse (tabela 28) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za dužinu zrna za genotipove hlebne pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor variranja dužine zrna sa 99,1% (suma kvadrata), potom sredina sa 4,6%, pa genotip  $\times$  sredina interakcija sa 4,3%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 21,1 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,94.

Tabela 27. Prosečne vrednosti za dužinu zrna (mm) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |         |         |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|---------|---------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP      | PS      | Prosek |                      |
| H1         | 5,83      | 5,95   | 5,80   | 5,86   | 5,81      | 5,85    | 5,94    | 5,87   | 5,86 fe (ji)         |
| H2         | 6,32      | 6,44   | 6,24   | 6,33   | 6,42      | 6,17    | 6,25    | 6,28   | 6,31 c (hg)          |
| H3         | 6,52      | 6,65   | 6,59   | 6,59   | 6,69      | 6,67    | 6,66    | 6,67   | 6,63 b (f)           |
| H4         | 5,50      | 5,82   | 5,62   | 5,65   | 5,37      | 5,37    | 5,40    | 5,38   | 5,52 h (l)           |
| H5         | 5,93      | 6,11   | 5,84   | 5,96   | 5,86      | 5,96    | 5,80    | 5,87   | 5,92 e (ji)          |
| H6         | 5,15      | 5,49   | 5,13   | 5,26   | 5,24      | 5,10    | 5,26    | 5,20   | 5,23 i (m)           |
| H7         | 5,57      | 5,72   | 5,54   | 5,61   | 5,81      | 5,65    | 5,54    | 5,67   | 5,64 g (lk)          |
| H8         | 5,88      | 6,16   | 5,81   | 5,95   | 6,05      | 5,94    | 5,90    | 5,97   | 5,96 e (i)           |
| H9         | 6,64      | 7,09   | 6,62   | 6,78   | 7,10      | 6,87    | 6,64    | 6,87   | 6,83 a (ed)          |
| H10        | 6,15      | 6,40   | 6,04   | 6,20   | 6,09      | 6,12    | 6,14    | 6,12   | 6,16 d (h)           |
| H11        | 6,06      | 6,42   | 6,05   | 6,18   | 6,28      | 6,28    | 6,23    | 6,26   | 6,22 dc (hg)         |
| H12        | 5,59      | 5,79   | 5,63   | 5,67   | 5,92      | 5,88    | 5,75    | 5,85   | 5,76 f (jk)          |
| H13        | 6,12      | 6,31   | 6,05   | 6,16   | 6,34      | 6,28    | 6,36    | 6,33   | 6,24 dc (hg)         |
| H14        | 6,29      | 6,68   | 6,19   | 6,38   | 6,29      | 6,26    | 6,33    | 6,29   | 6,34 c (g)           |
| H15        | 5,89      | 6,25   | 6,13   | 6,09   | 6,19      | 6,29    | 6,14    | 6,21   | 6,15 d (h)           |
| Prosek H   | 5,96 ed   | 6,22 a | 5,95 e | 6,04   | 6,10 b    | 6,05 cb | 6,02 cd | 6,06   | 6,05                 |
| D1         | 7,29      | 6,88   | 7,02   | 7,06   | 7,45      | 7,26    | 6,90    | 7,21   | 7,13 bac (bc)        |
| D2         | 7,05      | 6,99   | 7,12   | 7,05   | 7,35      | 7,07    | 6,78    | 7,07   | 7,06 c (c)           |
| D3         | 7,36      | 7,34   | 7,10   | 7,26   | 7,67      | 7,37    | 6,93    | 7,32   | 7,29 a (ba)          |
| D4         | 7,67      | 7,22   | 7,23   | 7,37   | 7,22      | 6,88    | 6,94    | 7,01   | 7,19 bac (bac)       |
| D5         | 7,55      | 7,30   | 7,39   | 7,41   | 7,32      | 6,95    | 6,68    | 6,98   | 7,20 bac (bac)       |
| D6         | 7,31      | 7,14   | 7,14   | 7,20   | 7,53      | 7,20    | 6,91    | 7,21   | 7,21 bac (bac)       |
| D7         | 7,24      | 7,12   | 7,02   | 7,13   | 7,27      | 7,34    | 6,82    | 7,14   | 7,14 bac (bc)        |
| D8         | 7,28      | 7,20   | 7,14   | 7,21   | 7,38      | 7,42    | 7,07    | 7,29   | 7,25 ba (ba)         |
| D9         | 6,89      | 6,89   | 6,88   | 6,89   | 7,10      | 6,97    | 6,48    | 6,85   | 6,87 d (d)           |
| D10        | 6,83      | 6,57   | 6,52   | 6,64   | 6,93      | 6,84    | 6,28    | 6,68   | 6,66 e (ef)          |
| D11        | 6,87      | 6,88   | 6,74   | 6,83   | 6,88      | 6,77    | 6,28    | 6,64   | 6,74 ed (edf)        |
| D12        | 7,22      | 6,93   | 7,02   | 7,06   | 7,37      | 7,08    | 6,72    | 7,05   | 7,05 c (c)           |
| D13        | 7,41      | 7,41   | 7,15   | 7,32   | 7,45      | 7,34    | 7,07    | 7,29   | 7,30 a (a)           |
| D14        | 6,98      | 6,65   | 6,82   | 6,81   | 7,29      | 6,93    | 6,57    | 6,93   | 6,87 d (d)           |
| D15        | 7,15      | 7,22   | 6,96   | 7,11   | 7,25      | 7,09    | 6,77    | 7,04   | 7,08 bc (c)          |
| Prosek D   | 7,21 a    | 7,05 b | 7,02 b | 7,09   | 7,30 a    | 7,10 b  | 6,75 c  | 7,05   | 7,07                 |
| Prosek H+D | 6,59 cb   | 6,64 b | 6,49 d | 6,57   | 6,70 a    | 6,58 c  | 6,39 e  | 6,56   | 6,56                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 28. Analiza varijanse za dužinu zrna za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 2,95                     | 4,6    | 0,59***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 58,73                    | 91,1   | 4,20***                               |
| G × E            | 70                              | 2,78                     | 4,3    | 0,04***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,94$

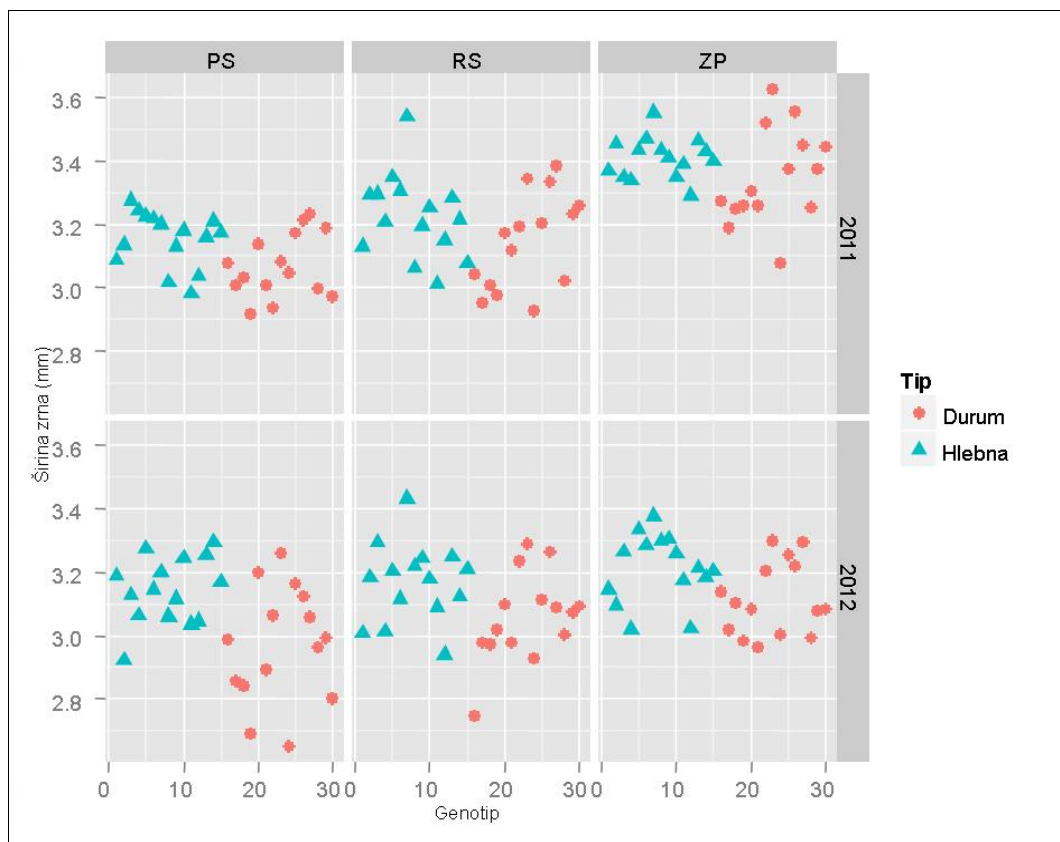
Na osnovu analize varijanse (tabela 29) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za dužinu zrna za genotipove durum pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor variranja dužine zrna sa 46,3% (suma kvadrata), potom sredina sa 37,5%, pa genotip × sredina sa 16,2%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,9 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,79.

Tabela 29. Analiza varijanse za dužinu zrna za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS<br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 10,77                    | 37,5   | 2,15***                  |
| Genotip (G)      | 14                              | 13,29                    | 46,3   | 0,95***                  |
| G × E            | 70                              | 4,65                     | 16,2   | 0,066***                 |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,79$

Prosečne vrednosti za širinu zrna po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 30 i grafikonu 7. Značajnost razlika prosečnih vrednosti dužine zrna po genotipovima hlebne i durum pšenice i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 30.



Grafikon 7. Širina zrna u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za širinu zrna za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 3,22 mm. Najveću prosečnu vrednost za širinu zrna je ostvario genotip H11 (3,78 mm), dok je najmanju prosečnu vrednost za širinu zrna imao genotip H12 (3,08 mm). Najveća prosečna širina zrna od 3,68 mm je zabeležena u ZP-11, dok je najmanja prosečna širina zrna od 3,14 mm izmerena u PS-12. Na osnovu Tukey test značajnosti utvrđeno je postojanje značajne razlike za širinu zrna za genotipove hlebne pšenice između sredina, osim između PS-11 i RS-12 i PS-12, kao i između RS-11 i ZP-12.

Tabela 30. Prosečne vrednosti za širinu zrna (mm) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |        |        | 2011-2012 |        |         |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS      | Prosek |                      |
| H1         | 3,13      | 3,37    | 3,09   | 3,19   | 3,01      | 3,15   | 3,19    | 3,11   | 3,15 fe (kijh)       |
| H2         | 3,29      | 3,45    | 3,13   | 3,29   | 3,19      | 3,10   | 2,93    | 3,07   | 3,18 fed (fijhg)     |
| H3         | 3,29      | 3,35    | 3,27   | 3,31   | 3,29      | 3,26   | 3,13    | 3,23   | 3,27 cb (fbedc)      |
| H4         | 3,21      | 3,34    | 3,24   | 3,26   | 3,01      | 3,02   | 3,06    | 3,03   | 3,15 feg (kij)       |
| H5         | 3,35      | 3,44    | 3,22   | 3,34   | 3,20      | 3,33   | 3,27    | 3,27   | 3,30 b (bac)         |
| H6         | 3,31      | 3,47    | 3,22   | 3,33   | 3,11      | 3,28   | 3,14    | 3,18   | 3,26 cb (fbedcg)     |
| H7         | 3,54      | 3,55    | 3,20   | 3,43   | 3,43      | 3,38   | 3,20    | 3,34   | 3,38 a (a)           |
| H8         | 3,06      | 3,43    | 3,01   | 3,17   | 3,22      | 3,30   | 3,06    | 3,19   | 3,18 fed (feijhg)    |
| H9         | 3,19      | 3,41    | 3,13   | 3,24   | 3,25      | 3,31   | 3,12    | 3,22   | 3,23 cbd (fbedhcg)   |
| H10        | 3,25      | 3,35    | 3,18   | 3,26   | 3,18      | 3,26   | 3,24    | 3,23   | 3,25 cbd (fbedhcg)   |
| H11        | 3,01      | 7,39    | 2,98   | 4,46   | 3,09      | 3,18   | 3,04    | 3,10   | 3,78 fg (kjl)        |
| H12        | 3,15      | 3,29    | 3,04   | 3,16   | 2,94      | 3,02   | 3,05    | 3,00   | 3,08 g (kml)         |
| H13        | 3,28      | 3,46    | 3,16   | 3,30   | 3,25      | 3,21   | 3,26    | 3,24   | 3,27 cb (bedc)       |
| H14        | 3,22      | 3,43    | 3,21   | 3,29   | 3,12      | 3,18   | 3,30    | 3,20   | 3,24 cbd (fbedhcg)   |
| H15        | 3,08      | 3,40    | 3,17   | 3,22   | 3,21      | 3,20   | 3,17    | 3,19   | 3,20 ced (feidhg)    |
| Prosek H   | 3,22 b    | 3,68 a  | 3,15 c | 3,35   | 3,17 c    | 3,21 b | 3,14 c  | 3,17   | 3,22                 |
| D1         | 3,04      | 3,27    | 3,08   | 3,13   | 2,75      | 3,14   | 2,99    | 2,96   | 3,04 gf (nml)        |
| D2         | 2,95      | 3,19    | 3,01   | 3,05   | 2,97      | 3,02   | 2,86    | 2,95   | 3,00 gh (nmo)        |
| D3         | 3,01      | 3,25    | 3,04   | 3,10   | 2,97      | 3,11   | 2,84    | 2,97   | 3,03 gf (nml)        |
| D4         | 2,97      | 3,26    | 2,91   | 3,05   | 3,02      | 2,98   | 2,69    | 2,90   | 2,97 gh (no)         |
| D5         | 3,18      | 3,30    | 3,14   | 3,21   | 3,10      | 3,08   | 3,20    | 3,13   | 3,17 edc (kijhg)     |
| D6         | 3,11      | 3,26    | 3,00   | 3,13   | 2,98      | 2,96   | 2,90    | 2,94   | 3,03 gf (nml)        |
| D7         | 3,19      | 3,52    | 2,93   | 3,22   | 3,23      | 3,20   | 3,06    | 3,17   | 3,19 edc (feijhg)    |
| D8         | 3,35      | 3,63    | 3,08   | 3,35   | 3,29      | 3,30   | 3,26    | 3,28   | 3,32 a (ba)          |
| D9         | 2,92      | 3,08    | 3,04   | 3,02   | 2,92      | 3,00   | 2,65    | 2,86   | 2,94 h (o)           |
| D10        | 3,20      | 3,38    | 3,17   | 3,25   | 3,11      | 3,25   | 3,16    | 3,18   | 3,21 bdc (feidhcg)   |
| D11        | 3,33      | 3,55    | 3,21   | 3,37   | 3,26      | 3,22   | 3,12    | 3,20   | 3,28 ba (bdc)        |
| D12        | 3,38      | 3,45    | 3,23   | 3,36   | 3,09      | 3,29   | 3,06    | 3,15   | 3,25 bac (fbedcg)    |
| D13        | 3,02      | 3,26    | 3,00   | 3,09   | 3,00      | 2,99   | 2,96    | 2,99   | 3,04 gf (nml)        |
| D14        | 3,23      | 3,38    | 3,19   | 3,27   | 3,07      | 3,08   | 2,99    | 3,05   | 3,16 ed (kijh)       |
| D15        | 3,26      | 3,44    | 2,97   | 3,22   | 3,09      | 3,09   | 2,80    | 2,99   | 3,11 ef (kjl)        |
| Prosek D   | 3,14 b    | 3,35 a  | 3,07 c | 3,19   | 3,06 c    | 3,11 b | 2,97 d  | 3,05   | 3,12                 |
| Prosek H+D | 3,18 b    | 3,515 a | 3,11 c | 3,27   | 3,115 c   | 3,16 b | 3,055 d | 3,11   | 3,17                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Prosečna vrednost širine zrna za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 3,12 mm. Najveću prosečnu vrednost za širinu zrna je ostvario genotip D8 (3,32 mm), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D9 (2,94 mm). Najveća prosečna širina zrna od 3,35 mm je zabeležena u ZP-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 2,97 mm izmerena u PS-12. Na osnovu Tukey test značajnosti utvrđeno je postojanje značajne razlike za širinu zrna za genotipove durum pšenice između sredina, osim između PS-11 i RS-12, kao i između RS-11 i ZP-12.

Analiza varijanse (tabela 31) upućuje na značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za širinu zrna za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja sa 44,0% objašnjene sume kvadrata, potom genotip sa 30,2%, pa interakcija genotipa i sredine sa 25,8%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 1,2 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,83.

Tabela 31. Analiza varijanse za širinu zrna za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 2,95                     | 44,0   | 0,60***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 2,03                     | 30,2   | 0,14***                               |
| G × E            | 70                              | 1,73                     | 25,8   | 0,02***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,83$

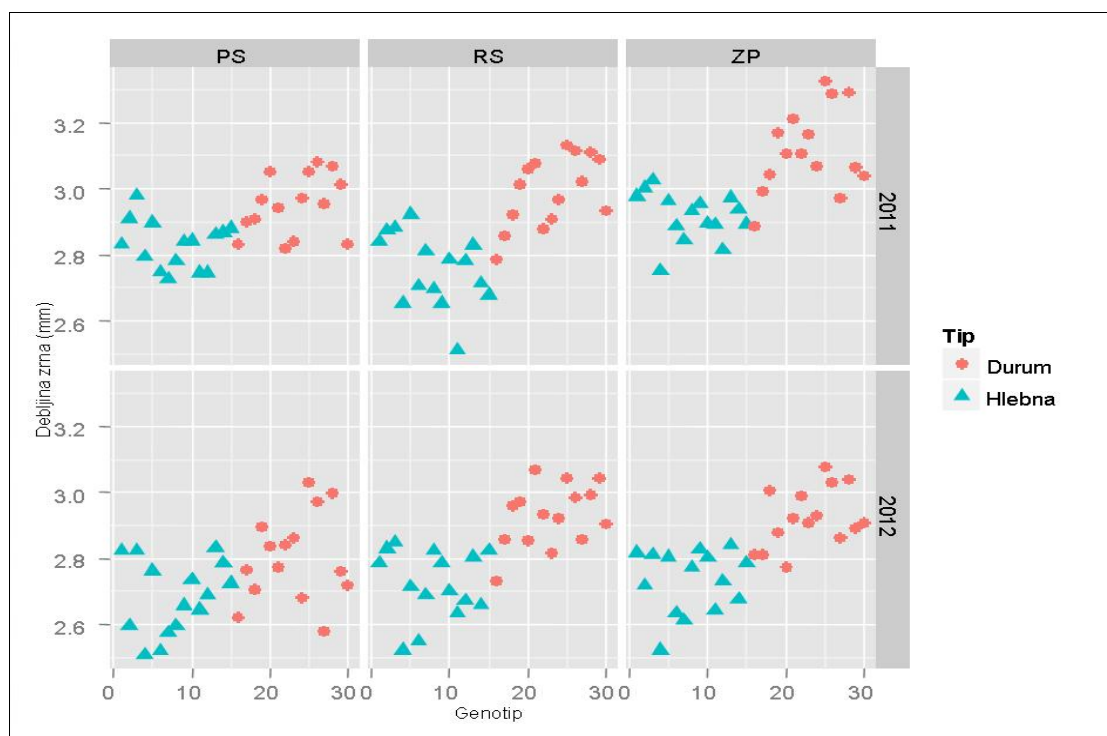
Primenom analize varijanse (tabela 32) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za širinu zrna za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja širine zrna sa 42,0% (suma kvadrata), potom genotip sa 40,4%, pa njihova interakcija sa 17,6%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,3 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,86.

Tabela 32. Analiza varijanse za širinu zrna za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS<br>(sredina<br>kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|-----------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 4,90                     | 42,0   | 0,98****                    |
| Genotip (G)      | 14                              | 4,71                     | 40,4   | 0,34****                    |
| G × E            | 70                              | 2,06                     | 17,6   | 0,029****                   |

\*\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,86$

Prosečne vrednosti za debljinu zrna po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 33 i grafikonu 8. Značajnost razlike prosečnih vrednosti debljine zrna po genotipovima hlebne i durum pšenice i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 33.



Grafikon 8. Debljina zrna u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za debljinu zrna za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 2,77 mm. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H3 (2,89 mm), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H4 (2,63 mm). Najveća prosečna debljina zrna od 2,92 mm je zabeležena u ZP-11, dok je najmanja vrednost od 2,69 mm izmerena u PS-12. Na osnovu Tukey testa dobijena je značajna razlike za debljinu zrna za genotipove hlebne pšenice između sredina, osim između RS-11 i ZP-12, kao i između RS-12 i ZP-12.

Prosečna vrednost za debljinu zrna za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 2,95 mm. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D10 (3,11 mm), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D1 (2,78 mm). Najveća prosečna debljina zrna od 3,12 mm je zabeležena u ZP-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 2,80 mm izmerena u PS-12. Utvrđena je značajna razlika za debljinu zrna za genotipove durum pšenice između sredina, osim između PS-11 i RS-12 i ZP-12, korišćenjem Tukey testa.

Primenom analize varijanse (tabela 34) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za debljinu zrna za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja debljine zrna sa 41,2% (suma kvadrata), potom genotip sa 37,8%, pa genotip  $\times$  sredina interakcija sa 21,0%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 1,8 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,87.

Tabela 33. Prosečne vrednosti za debljinu zrna (mm) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |         |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP      | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 2,84      | 2,98   | 2,83   | 2,88   | 2,79      | 2,82    | 2,83   | 2,81   | 2,85 bac (igjfh)     |
| H2         | 2,87      | 3,00   | 2,91   | 2,93   | 2,83      | 2,72    | 2,60   | 2,72   | 2,82 bdc (igjkh)     |
| H3         | 2,88      | 3,02   | 2,98   | 2,96   | 2,85      | 2,81    | 2,82   | 2,83   | 2,89 a (gefd)        |
| H4         | 2,65      | 2,75   | 2,79   | 2,73   | 2,52      | 2,52    | 2,51   | 2,52   | 2,63 h (o)           |
| H5         | 2,92      | 2,96   | 2,90   | 2,93   | 2,72      | 2,81    | 2,76   | 2,76   | 2,84 bac (igjfh)     |
| H6         | 2,70      | 2,89   | 2,75   | 2,78   | 2,55      | 2,64    | 2,52   | 2,57   | 2,67 gh (on)         |
| H7         | 2,81      | 2,84   | 2,73   | 2,79   | 2,69      | 2,61    | 2,57   | 2,63   | 2,71 gf (nm)         |
| H8         | 2,70      | 2,93   | 2,78   | 2,80   | 2,83      | 2,78    | 2,60   | 2,73   | 2,77 ed (lkm)        |
| H9         | 2,65      | 2,95   | 2,84   | 2,82   | 2,79      | 2,83    | 2,66   | 2,76   | 2,79 ed (iljk)       |
| H10        | 2,78      | 2,89   | 2,84   | 2,84   | 2,70      | 2,80    | 2,73   | 2,75   | 2,79 edc (iljkh)     |
| H11        | 2,51      | 2,89   | 2,75   | 2,71   | 2,64      | 2,64    | 2,65   | 2,64   | 2,68 gh (on)         |
| H12        | 2,78      | 2,81   | 2,75   | 2,78   | 2,67      | 2,73    | 2,69   | 2,70   | 2,74 ef (lnm)        |
| H13        | 2,83      | 2,97   | 2,86   | 2,89   | 2,81      | 2,84    | 2,83   | 2,83   | 2,86 ba (igefh)      |
| H14        | 2,71      | 2,94   | 2,87   | 2,84   | 2,66      | 2,68    | 2,78   | 2,71   | 2,77 ed (ljkm)       |
| H15        | 2,68      | 2,89   | 2,88   | 2,82   | 2,82      | 2,78    | 2,73   | 2,78   | 2,80 dc (iljkh)      |
| Prosek H   | 2,76 c    | 2,92 a | 2,83 b | 2,83   | 2,72 d    | 2,73 dc | 2,69 e | 2,71   | 2,77                 |
| D1         | 2,79      | 2,88   | 2,83   | 2,83   | 2,73      | 2,81    | 2,62   | 2,72   | 2,78 g (ljkm)        |
| D2         | 2,86      | 2,99   | 2,90   | 2,91   | 2,86      | 2,81    | 2,77   | 2,81   | 2,86 f gefh)         |
| D3         | 2,92      | 3,04   | 2,91   | 2,96   | 2,96      | 3,01    | 2,71   | 2,89   | 2,92 dfce (cebd)     |
| D4         | 3,01      | 3,17   | 2,96   | 3,05   | 2,97      | 2,88    | 2,90   | 2,92   | 2,98 dc (cb)         |
| D5         | 3,06      | 3,11   | 3,05   | 3,07   | 2,85      | 2,78    | 2,84   | 2,82   | 2,95 dce (cbd)       |
| D6         | 3,08      | 3,21   | 2,94   | 3,08   | 3,07      | 2,92    | 2,77   | 2,92   | 3,00 bc (b)          |
| D7         | 2,88      | 3,11   | 2,82   | 2,94   | 2,94      | 2,99    | 2,84   | 2,92   | 2,93 dfce (cebd)     |
| D8         | 2,91      | 3,16   | 2,84   | 2,97   | 2,82      | 2,91    | 2,86   | 2,86   | 2,92 dfe (cefd)      |
| D9         | 2,97      | 3,07   | 2,97   | 3,00   | 2,92      | 2,93    | 2,68   | 2,84   | 2,92 dfce (ced)      |
| D10        | 3,13      | 3,33   | 3,05   | 3,17   | 3,04      | 3,07    | 3,03   | 3,05   | 3,11 a (a)           |
| D11        | 3,11      | 3,29   | 3,08   | 3,16   | 2,98      | 3,03    | 2,97   | 2,99   | 3,08 ba (a)          |
| D12        | 3,02      | 2,97   | 2,96   | 2,98   | 2,86      | 2,86    | 2,58   | 2,77   | 2,87 fe (gefd)       |
| D13        | 3,11      | 3,29   | 3,07   | 3,16   | 2,99      | 3,04    | 2,99   | 3,01   | 3,08 a (a)           |
| D14        | 3,09      | 3,07   | 3,02   | 3,06   | 3,04      | 2,89    | 2,76   | 2,90   | 2,98 dc (cb)         |
| D15        | 2,93      | 3,04   | 2,83   | 2,93   | 2,90      | 2,90    | 2,72   | 2,84   | 2,89 fe (gefd)       |
| Prosek D   | 2,99 b    | 3,12 a | 2,95 c | 3,02   | 2,93 c    | 2,92 c  | 2,80 d | 2,88   | 2,95                 |
| Prosek H+D | 2,88 b    | 3,02 a | 2,89 b | 2,93   | 2,83 c    | 2,83 c  | 2,75 d | 2,80   | 2,86                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 34. Analiza varijanse za debljinu zrna za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 2,14                     | 41,2   | 0,43***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 1,96                     | 37,8   | 0,14***                               |
| G × E            | 70                              | 1,09                     | 21,0   | 0,016***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,87$

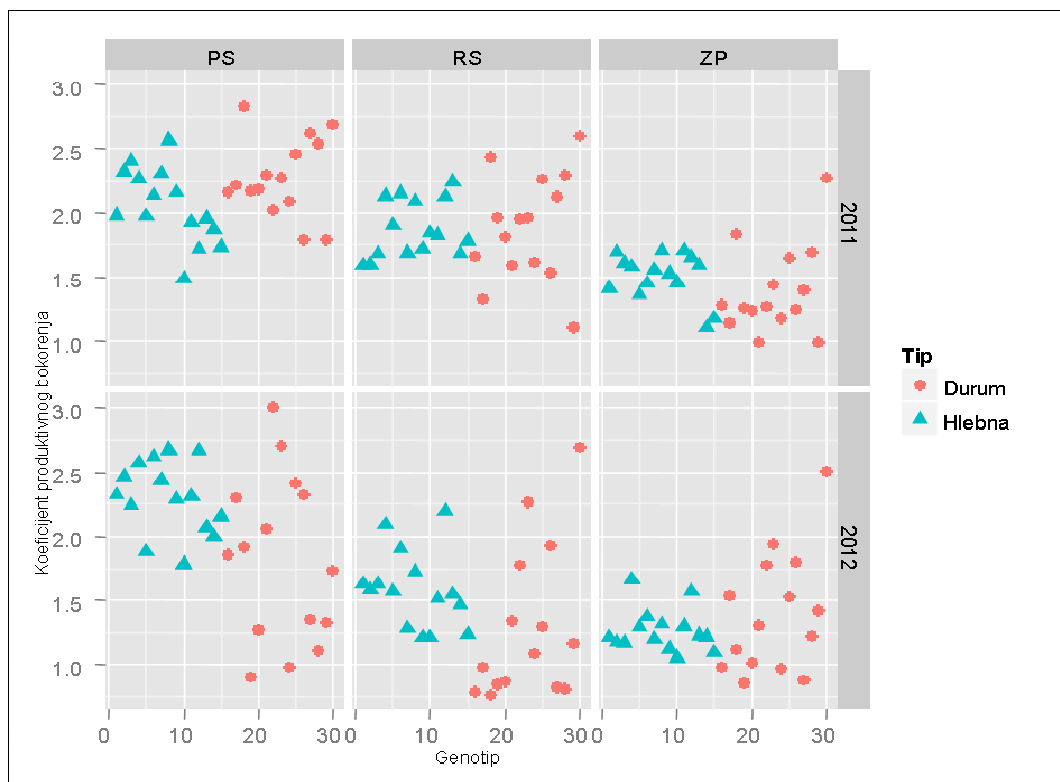
Analizom varijanse (tabela 35) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za debljinu zrna za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja debljine zrna sa 44,0% (suma kvadrata), potom genotip sa 38,4%, pa genotip × sredina sa 17,6%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,2 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,82.

Tabela 35. Analiza varijanse za debljinu zrna za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 3,11                     | 44,0   | 0,62***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 2,71                     | 38,4   | 0,19***                               |
| G × E            | 70                              | 1,24                     | 17,6   | 0,017***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,82$

Prosečne vrednosti za koeficijent produktivnog bokorenja po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 36 i grafikonu 9. Značajnost razlika prosečnih vrednosti koeficijenta produktivnog bokorenja po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 36.



Grafikon 9. Koeficijent produktivnog bokorenja u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za koeficijent produktivnog bokorenja za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 1,76. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H4 (2,05), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H10 (1,47). Najveći prosečni koeficijent produktivnog bokorenja od 2,30 je zabeležen u PS-12, dok je najmanja prosečna vrednost od 1,27 izmerena u ZP-12. Tukey test značajnosti je utvrdio postojanje značajne razlike za debljinu zrna za genotipove hlebne pšenice između svih sredina.

Tabela 36. Prosečne vrednosti za koeficijent produktivnog bokorenja po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 1,59      | 1,41   | 1,98   | 1,66   | 1,63      | 1,21   | 2,32   | 1,72   | 1,69 de (fhig)       |
| H2         | 1,60      | 1,69   | 2,33   | 1,87   | 1,58      | 1,18   | 2,47   | 1,74   | 1,81 c (e)           |
| H3         | 1,69      | 1,61   | 2,41   | 1,90   | 1,62      | 1,17   | 2,24   | 1,68   | 1,79 c (fe)          |
| H4         | 2,13      | 1,58   | 2,27   | 1,99   | 2,09      | 1,66   | 2,57   | 2,11   | 2,05 a (cb)          |
| H5         | 1,90      | 1,36   | 1,97   | 1,75   | 1,57      | 1,29   | 1,88   | 1,58   | 1,66 e (jhi)         |
| H6         | 2,15      | 1,46   | 2,14   | 1,91   | 1,91      | 1,38   | 2,62   | 1,97   | 1,94 b (d)           |
| H7         | 1,69      | 1,55   | 2,31   | 1,85   | 1,28      | 1,20   | 2,44   | 1,64   | 1,74 dce (fhcg)      |
| H8         | 2,09      | 1,71   | 2,57   | 2,12   | 1,73      | 1,32   | 2,67   | 1,91   | 2,01 ba (cbd)        |
| H9         | 1,72      | 1,53   | 2,16   | 1,80   | 1,21      | 1,13   | 2,28   | 1,54   | 1,67 e (jhig)        |
| H10        | 1,85      | 1,46   | 1,49   | 1,60   | 1,21      | 1,06   | 1,78   | 1,35   | 1,47 f (ml)          |
| H11        | 1,83      | 1,71   | 1,93   | 1,82   | 1,51      | 1,30   | 2,31   | 1,71   | 1,76 dc (fhcg)       |
| H12        | 2,12      | 1,65   | 1,72   | 1,83   | 2,19      | 1,57   | 2,67   | 2,14   | 1,99 ba (cd)         |
| H13        | 2,24      | 1,59   | 1,96   | 1,93   | 1,55      | 1,23   | 2,06   | 1,61   | 1,77 dc (feg)        |
| H14        | 1,68      | 1,11   | 1,88   | 1,56   | 1,47      | 1,22   | 1,99   | 1,56   | 1,56 f (lk)          |
| H15        | 1,78      | 1,17   | 1,74   | 1,56   | 1,24      | 1,10   | 2,15   | 1,50   | 1,53 f (lk)          |
| Prosek H   | 1,87 c    | 1,51 e | 2,05 b | 1,81   | 1,59 d    | 1,27 f | 2,30 a | 1,72   | 1,76                 |
| D1         | 1,66      | 1,28   | 2,16   | 1,70   | 0,79      | 0,98   | 1,86   | 1,21   | 1,45 fg (ml)         |
| D2         | 1,32      | 1,14   | 2,22   | 1,56   | 0,98      | 1,54   | 2,29   | 1,60   | 1,58 e (jk)          |
| D3         | 2,44      | 1,84   | 2,83   | 2,37   | 0,76      | 1,12   | 1,92   | 1,27   | 1,82 d (e)           |
| D4         | 1,96      | 1,26   | 2,17   | 1,80   | 0,84      | 0,85   | 0,90   | 0,86   | 1,33 hi (n)          |
| D5         | 1,82      | 1,24   | 2,18   | 1,74   | 0,86      | 1,01   | 1,27   | 1,05   | 1,40 hg (mn)         |
| D6         | 1,60      | 0,99   | 2,29   | 1,63   | 1,34      | 1,30   | 2,05   | 1,56   | 1,59 e (jik)         |
| D7         | 1,96      | 1,27   | 2,02   | 1,75   | 1,78      | 1,78   | 3,00   | 2,19   | 1,97 c (cd)          |
| D8         | 1,96      | 1,45   | 2,27   | 1,89   | 2,26      | 1,94   | 2,70   | 2,30   | 2,10 b (b)           |
| D9         | 1,61      | 1,17   | 2,09   | 1,63   | 1,08      | 0,97   | 0,99   | 1,01   | 1,32 hi (n)          |
| D10        | 2,26      | 1,66   | 2,45   | 2,12   | 1,30      | 1,53   | 2,41   | 1,75   | 1,93 c (d)           |
| D11        | 1,54      | 1,25   | 1,79   | 1,52   | 1,93      | 1,81   | 2,32   | 2,02   | 1,77 d (feg)         |
| D12        | 2,12      | 1,40   | 2,62   | 2,04   | 0,82      | 0,88   | 1,35   | 1,01   | 1,53 fe (lk)         |
| D13        | 2,29      | 1,69   | 2,54   | 2,18   | 0,81      | 1,23   | 1,11   | 1,05   | 1,61 e (jik)         |
| D14        | 1,10      | 0,99   | 1,79   | 1,30   | 1,16      | 1,42   | 1,33   | 1,30   | 1,30 i (n)           |
| D15        | 2,60      | 2,27   | 2,69   | 2,52   | 2,69      | 2,51   | 1,73   | 2,31   | 2,42 a (a)           |
| Prosek D   | 1,88 b    | 1,39 d | 2,27 a | 1,85   | 1,29 e    | 1,39 d | 1,81 c | 1,50   | 1,67                 |
| Prosek H+D | 1,88 c    | 1,45 d | 2,16 a | 1,83   | 1,44 d    | 1,33 e | 2,06 b | 1,61   | 1,72                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Prosečna vrednost za koeficijent produktivnog bokorenja za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 1,67. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D15 (2,42), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D14 (1,30). Najveći prosečni koeficijent produktivnog bokorenja od 2,27 je zabeležen u PS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 1,29 izmerena u RS-12. Utvrđeno je postojanje značajne razlike za debljinu zrna za genotipove hlebne pšenice između svih sredina primenom Tukey testa, osim između ZP11 i ZP12.

Primenom analize varijanse (tabela 37) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za koeficijent produktivnog bokorenja za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja sa 68,0% objašnjene sume kvadrata, potom genotip sa 16,3%, pa genotip  $\times$  sredina sa 15,7%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio približno isti. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,97.

Tabela 37. Analiza varijanse za koeficijent produktivnog bokorenja za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina<br>kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|------------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 43,56                    | 68,0   | 8,71***                                  |
| Genotip (G)      | 14                              | 10,41                    | 16,3   | 0,74***                                  |
| G $\times$ E     | 70                              | 10,04                    | 15,7   | 0,14***                                  |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,97$

Primenom analize varijanse (tabela 38) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za koeficijent produktivnog bokorenja za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za koeficijent produktivnog bokorenja sa 35,9% (suma kvadrata), potom interakcija sa 35,2%, pa genotip sa 28,9%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 1,2 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 38. Analiza varijanse za koeficijent produktivnog bokorenja za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 43,61                    | 35,9   | 8,72***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 35,07                    | 28,9   | 2,50***                               |
| G × E            | 70                              | 42,86                    | 35,2   | 0,61***                               |

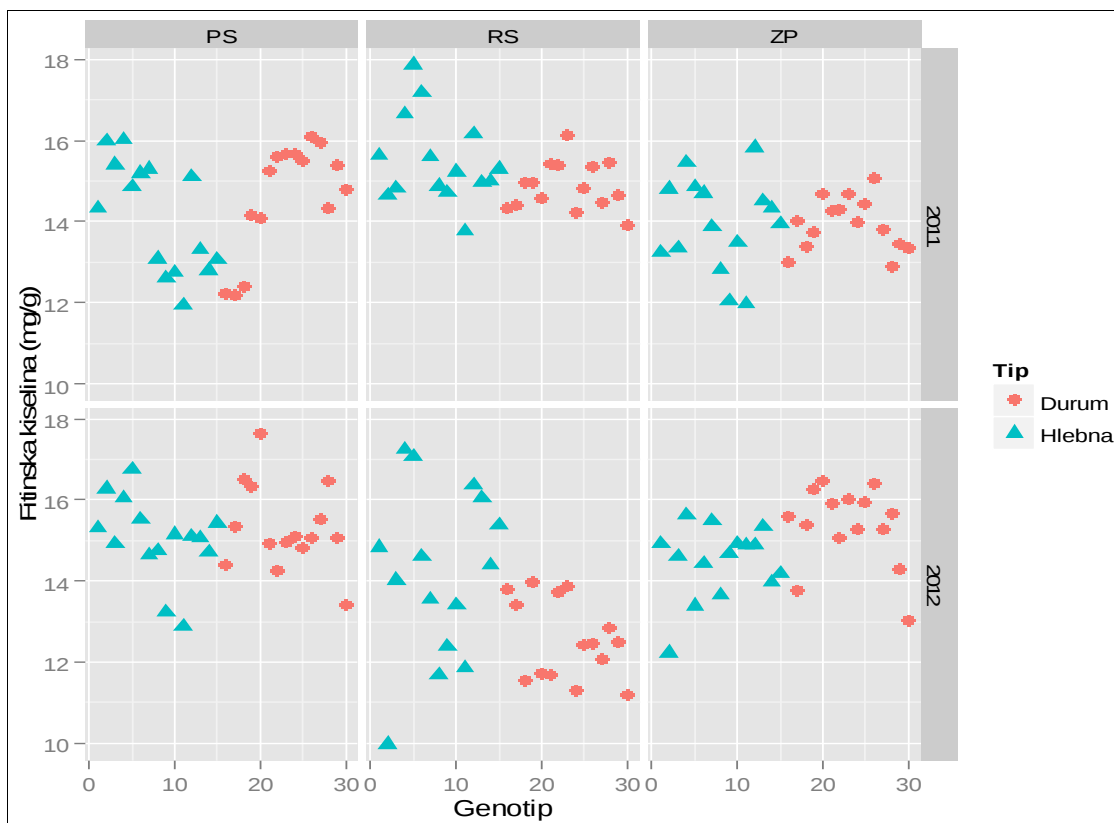
\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

#### 6.2.2. Hemijsko-tehnološke osobine pšenice

Prosečne vrednosti za sadržaj fitinske kiseline po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 39 i grafikonu 10, dok je sadržaj fitinskog fosfora prikazan u tabeli 40. Značajnost razlike prosečnih vrednosti za sadržaj fitinske kiseline po genotipovima i po sredinama dobijena primenom Tukey (HSD) testa je takođe prikazana u tabeli 39.

Prosečna vrednost za sadržaj fitinske kiseline za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 14,55 mg/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H4 (16,18 mg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H11 (12,88 mg/g). Najveći prosečni sadržaj fitinske kiseline od 15,50 mg/g je zabeležen u RS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 13,95 mg/g izmerena u ZP-11. Na osnovu Tukey test značajnosti je utvrđeno postojanje značajne razlike za sadržaj fitinske kiseline za genotipove hlebne pšenice između svih sredina.

Prosečna vrednost za sadržaj fitinske kiseline za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 14,45 mg/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D8 (15,23 mg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D15 (13,28 mg/g). Najveći prosečni sadržaj fitinske kiseline od 15,35 mg/g je zabeležen u ZP-12, dok je najmanja prosečna vrednost od 12,57 mg/g izmerena u RS-12. Na osnovu Tukey testa je utvrđeno postojanje značajne razlike za sadržaj fitinske kiseline za genotipove durum pšenice između svih sredina, osim između ZP-12 i PS-12.



Grafikon 10. Fitinska kiselina u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Primenom analize varijanse (tabela 41) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj fitinske kiseline za genotipove hlebne pšenice. Efekat genotip  $\times$  sredina interakcije je bio najvažniji izvor varijacije sadržaja fitinske kiseline sa 44,3% (suma kvadrata), potom genotip sa 40,1%, pa sredina sa 15,6%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 1,1 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 39. Prosečne vrednosti za sadržaj fitinske kiseline (mg/g) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |         |        | 2011-2012 |         |         |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS      | Prosek | RS        | ZP      | PS      | Prosek |                      |
| H1         | 15,65     | 13,25   | 14,34   | 14,41  | 14,83     | 14,92   | 15,32   | 15,02  | 14,72 feg (gef)      |
| H2         | 14,66     | 14,81   | 16,00   | 15,15  | 9,97      | 12,23   | 16,28   | 12,83  | 13,99 h (ij)         |
| H3         | 14,84     | 13,35   | 15,41   | 14,53  | 14,02     | 14,61   | 14,91   | 14,52  | 14,52 g (g)          |
| H4         | 16,65     | 15,47   | 16,04   | 16,05  | 17,24     | 15,63   | 16,04   | 16,30  | 16,18 a (a)          |
| H5         | 17,88     | 14,87   | 14,87   | 15,87  | 17,07     | 13,39   | 16,77   | 15,74  | 15,81 b (b)          |
| H6         | 17,18     | 14,70   | 15,20   | 15,69  | 14,59     | 14,42   | 15,53   | 14,85  | 15,27 d (c)          |
| H7         | 15,61     | 13,86   | 15,30   | 14,92  | 13,55     | 15,49   | 14,63   | 14,56  | 14,74 fe (gef)       |
| H8         | 14,88     | 12,82   | 13,08   | 13,59  | 11,68     | 13,66   | 14,75   | 13,36  | 13,48 i (k)          |
| H9         | 14,73     | 12,05   | 12,61   | 13,13  | 12,39     | 14,66   | 13,24   | 13,43  | 13,28 ji (lk)        |
| H10        | 15,23     | 13,49   | 12,75   | 13,82  | 13,41     | 14,91   | 15,15   | 14,49  | 14,16 h (ih)         |
| H11        | 13,77     | 11,97   | 11,94   | 12,56  | 11,85     | 14,90   | 12,87   | 13,20  | 12,88 j (l)          |
| H12        | 16,18     | 15,83   | 15,12   | 15,71  | 16,36     | 14,90   | 15,11   | 15,46  | 15,58 c (b)          |
| H13        | 14,98     | 14,50   | 13,32   | 14,27  | 16,06     | 15,35   | 15,07   | 15,49  | 14,88 e (def)        |
| H14        | 14,99     | 14,34   | 12,81   | 14,05  | 14,40     | 13,98   | 14,72   | 14,37  | 14,21 h (ih)         |
| H15        | 15,30     | 13,95   | 13,07   | 14,11  | 15,37     | 14,19   | 15,43   | 15,00  | 14,55 fg (g)         |
| Prosek H   | 15,50 a   | 13,95 f | 14,12 e | 14,52  | 14,19 d   | 14,48 c | 15,05 b | 14,57  | 14,55                |
| D1         | 14,35     | 12,99   | 12,21   | 13,18  | 13,81     | 15,60   | 14,40   | 14,60  | 13,89 h (j)          |
| D2         | 14,42     | 14,00   | 12,18   | 13,53  | 13,41     | 13,76   | 15,35   | 14,17  | 13,85 h (j)          |
| D3         | 14,98     | 13,38   | 12,42   | 13,59  | 11,56     | 15,39   | 16,50   | 14,48  | 14,04 gh (ihj)       |
| D4         | 14,98     | 13,75   | 14,17   | 14,30  | 13,97     | 16,25   | 16,32   | 15,51  | 14,91 bc (de)        |
| D5         | 14,59     | 14,67   | 14,09   | 14,45  | 11,71     | 16,47   | 17,63   | 15,27  | 14,86 dc (def)       |
| D6         | 15,42     | 14,25   | 15,24   | 14,97  | 11,67     | 15,92   | 14,93   | 14,17  | 14,57 e (g)          |
| D7         | 15,38     | 14,30   | 15,62   | 15,10  | 13,73     | 15,05   | 14,24   | 14,34  | 14,72 dce (gef)      |
| D8         | 16,13     | 14,69   | 15,69   | 15,50  | 13,88     | 16,03   | 14,94   | 14,95  | 15,23 a (c)          |
| D9         | 14,23     | 13,99   | 15,69   | 14,63  | 11,31     | 15,26   | 15,11   | 13,89  | 14,26 f (h)          |
| D10        | 14,83     | 14,44   | 15,51   | 14,92  | 12,41     | 15,93   | 14,82   | 14,38  | 14,65 de (gf)        |
| D11        | 15,37     | 15,08   | 16,09   | 15,51  | 12,45     | 16,42   | 15,08   | 14,65  | 15,08 ba (dc)        |
| D12        | 14,49     | 13,81   | 15,94   | 14,75  | 12,09     | 15,28   | 15,53   | 14,30  | 14,52 e (g)          |
| D13        | 15,47     | 12,89   | 14,34   | 14,23  | 12,84     | 15,67   | 16,46   | 14,99  | 14,61 e (g)          |
| D14        | 14,64     | 13,45   | 15,40   | 14,50  | 12,50     | 14,27   | 15,05   | 13,94  | 14,22 gf (ih)        |
| D15        | 13,92     | 13,35   | 14,81   | 14,03  | 11,19     | 13,01   | 13,40   | 12,53  | 13,28 i (lk)         |
| Prosek D   | 14,88 b   | 13,93 d | 14,63 c | 14,48  | 12,57 e   | 15,35 a | 15,32 a | 14,41  | 14,45                |
| Prosek H+D | 15,19 a   | 13,94 d | 14,38 c | 14,50  | 13,38 e   | 14,92 b | 15,19 a | 14,49  | 14,50                |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 40. Prosečne vrednosti za sadržaj fitinskog fosfora (mg/g) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 4,41      | 3,73   | 4,04   | 4,06   | 4,18      | 4,20   | 4,31   | 4,23   | 4,14 feg (gef)       |
| H2         | 4,13      | 4,17   | 4,50   | 4,27   | 2,81      | 3,44   | 4,58   | 3,61   | 3,94 h (ij)          |
| H3         | 4,18      | 3,76   | 4,34   | 4,09   | 3,95      | 4,11   | 4,20   | 4,09   | 4,09 g (g)           |
| H4         | 4,69      | 4,35   | 4,51   | 4,52   | 4,85      | 4,40   | 4,52   | 4,59   | 4,55 a (a)           |
| H5         | 5,03      | 4,19   | 4,19   | 4,47   | 4,81      | 3,77   | 4,72   | 4,43   | 4,45 b (b)           |
| H6         | 4,84      | 4,14   | 4,28   | 4,42   | 4,11      | 4,06   | 4,37   | 4,18   | 4,30 d (c)           |
| H7         | 4,39      | 3,90   | 4,31   | 4,20   | 3,81      | 4,36   | 4,12   | 4,10   | 4,15 fe (gef)        |
| H8         | 4,19      | 3,61   | 3,68   | 3,83   | 3,29      | 3,85   | 4,15   | 3,76   | 3,79 i (k)           |
| H9         | 4,15      | 3,39   | 3,55   | 3,70   | 3,49      | 4,13   | 3,73   | 3,78   | 3,74 ji (lk)         |
| H10        | 4,29      | 3,80   | 3,59   | 3,89   | 3,78      | 4,20   | 4,27   | 4,08   | 3,99 h (ih)          |
| H11        | 3,88      | 3,37   | 3,36   | 3,54   | 3,34      | 4,19   | 3,62   | 3,72   | 3,63 j (l)           |
| H12        | 4,55      | 4,46   | 4,26   | 4,42   | 4,61      | 4,19   | 4,25   | 4,35   | 4,39 c (b)           |
| H13        | 4,22      | 4,08   | 3,75   | 4,02   | 4,52      | 4,32   | 4,24   | 4,36   | 4,19 e (def)         |
| H14        | 4,22      | 4,04   | 3,61   | 3,95   | 4,05      | 3,94   | 4,14   | 4,04   | 4,00 h (ih)          |
| H15        | 4,31      | 3,93   | 3,68   | 3,97   | 4,33      | 3,99   | 4,34   | 4,22   | 4,10 fg (g)          |
| Prosek H   | 4,36 a    | 3,93 f | 3,98 e | 4,09   | 3,99 d    | 4,08 c | 4,24 b | 4,10   | 4,10                 |
| D1         | 4,04      | 3,66   | 3,44   | 3,71   | 3,89      | 4,39   | 4,05   | 4,11   | 3,91 h (j)           |
| D2         | 4,06      | 3,94   | 3,43   | 3,81   | 3,78      | 3,87   | 4,32   | 3,99   | 3,90 h (j)           |
| D3         | 4,22      | 3,77   | 3,50   | 3,83   | 3,25      | 4,33   | 4,65   | 4,08   | 3,95 gh (ihj)        |
| D4         | 4,22      | 3,87   | 3,99   | 4,03   | 3,93      | 4,58   | 4,59   | 4,37   | 4,20 bc (de)         |
| D5         | 4,11      | 4,13   | 3,97   | 4,07   | 3,30      | 4,64   | 4,96   | 4,30   | 4,18 dc (def)        |
| D6         | 4,34      | 4,01   | 4,29   | 4,22   | 3,28      | 4,48   | 4,20   | 3,99   | 4,10 e (g)           |
| D7         | 4,33      | 4,02   | 4,40   | 4,25   | 3,87      | 4,24   | 4,01   | 4,04   | 4,14 dce (gef)       |
| D8         | 4,54      | 4,13   | 4,42   | 4,36   | 3,91      | 4,51   | 4,21   | 4,21   | 4,29 a (c)           |
| D9         | 4,01      | 3,94   | 4,42   | 4,12   | 3,18      | 4,30   | 4,25   | 3,91   | 4,02 f (h)           |
| D10        | 4,17      | 4,06   | 4,37   | 4,20   | 3,49      | 4,48   | 4,17   | 4,05   | 4,13 de (gf)         |
| D11        | 4,33      | 4,24   | 4,53   | 4,37   | 3,50      | 4,62   | 4,25   | 4,12   | 4,25 ba (dc)         |
| D12        | 4,08      | 3,89   | 4,49   | 4,15   | 3,40      | 4,30   | 4,37   | 4,02   | 4,09 e (g)           |
| D13        | 4,35      | 3,63   | 4,04   | 4,01   | 3,61      | 4,41   | 4,63   | 4,22   | 4,11 e (g)           |
| D14        | 4,12      | 3,79   | 4,33   | 4,08   | 3,52      | 4,02   | 4,24   | 3,93   | 4,00 gf (ih)         |
| D15        | 3,92      | 3,76   | 4,17   | 3,95   | 3,15      | 3,66   | 3,77   | 3,53   | 3,74 i (lk)          |
| Prosek D   | 4,19 b    | 3,92 d | 4,12 c | 4,08   | 3,54 e    | 4,32 a | 4,31 a | 4,06   | 4,07                 |
| Prosek H+D | 4,28 a    | 3,93 d | 4,05 c | 4,09   | 3,77 e    | 4,20 b | 4,28 a | 4,08   | 4,09                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 41. Analiza varijanse za sadržaj fitinske kiseline za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 105,74                   | 15,6   | 21,15***                              |
| Genotip (G)      | 14                              | 271,71                   | 40,1   | 19,41***                              |
| G × E            | 70                              | 300,62                   | 44,3   | 4,29***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

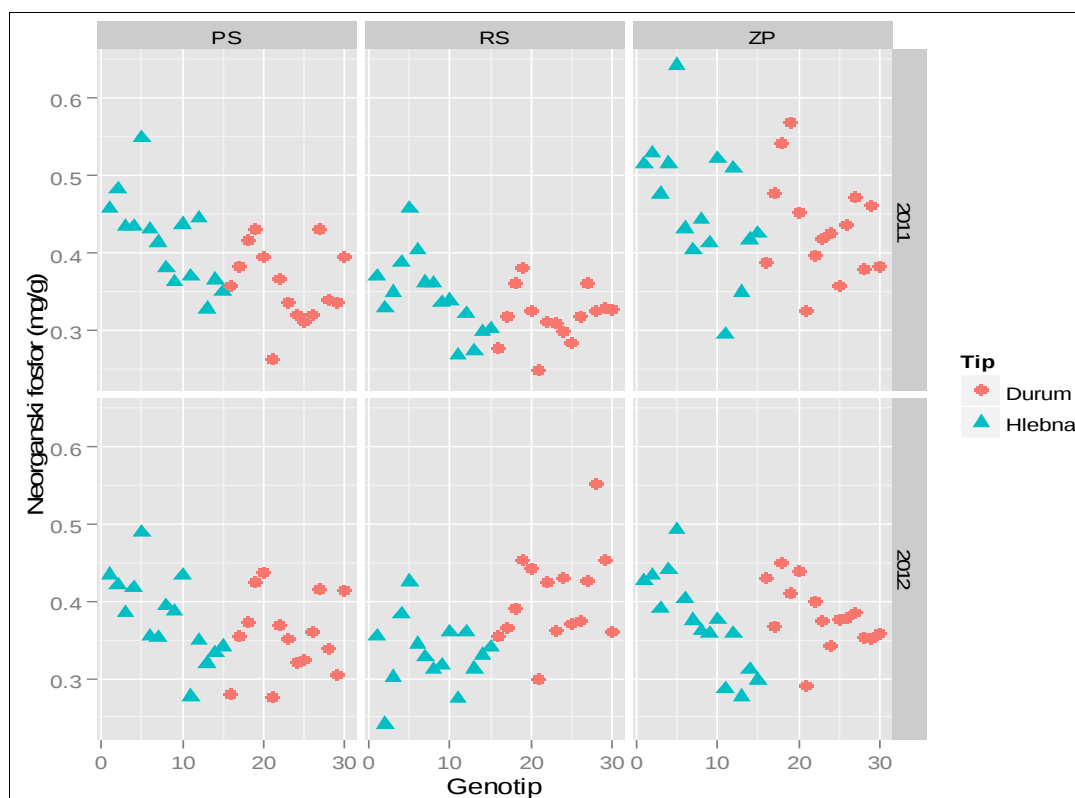
Analizom varijanse (tabela 42) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj fitinske kiseline za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja sadržaja fitinske kiseline sa 51,2% (suma kvadrata), potom interakcija sa 34,7%, pa genotip sa 14,1%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 2,48 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 42. Analiza varijanse za sadržaj fitinske kiseline za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina<br>kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|------------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 335,30                   | 51,2   | 67,03***                                 |
| Genotip (G)      | 14                              | 91,98                    | 14,1   | 6,56***                                  |
| G × E            | 70                              | 227,35                   | 34,7   | 3,25***                                  |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

Prosečne vrednosti za sadržaj neorganskog fosfora po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 43 i grafikonu 11. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za sadržaj neorganskog fosfora po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 43.



Grafikon 11. Neorganski fosfor u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za sadržaj neorganskog fosfora za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 0,384 mg/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H5 (0,509 mg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H11 (0,295 mg/g). Najveći prosečni sadržaj neorganskog fosfora od 0,459 mg/g je zabeležen u ZP-11, dok je najmanji prosečni sadržaj neorganskog fosfora od 0,332 mg/g izmeren u RS-12. Na osnovu Tukey testa utvrđeno je postojanje značajne razlike za sadržaj neorganskog fosfora za genotipove hlebne pšenice između svih sredina.

Prosečna vrednost za sadržaj neorganskog fosfora za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 0,375 mg/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D4 (0,444 mg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D6 (0,283 mg/g). Najveći prosečni sadržaj neorganskog fosfora od 0,432 mg/g je zabeležen u ZP-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 0,318 mg/g izmerena u RS-11. Na osnovu Tukey testa utvrđeno je postojanje značajne razlike za sadržaj neorganskog fosfora za genotipove durum pšenice između svih sredina.

Primenom analize varijanse (tabela 44) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj neorganskog fosfora za genotipove hlebne pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor variranja sadržaja neorganskog fosfora sa 49,2% (suma kvadrata), potom sredina sa 35,3%, pa interakcija sa 15,5%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 3,2 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 43. Prosečne vrednosti za sadržaj neorganskog fosfora (mg/g) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |         |        | 2011-2012 |         |         |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS      | Prosek | RS        | ZP      | PS      | Prosek |                      |
| H1         | 0,370     | 0,514   | 0,457   | 0,447  | 0,355     | 0,426   | 0,434   | 0,405  | 0,426 b (c)          |
| H2         | 0,329     | 0,529   | 0,483   | 0,447  | 0,241     | 0,434   | 0,421   | 0,365  | 0,406 c (f)          |
| H3         | 0,349     | 0,476   | 0,434   | 0,420  | 0,302     | 0,390   | 0,385   | 0,359  | 0,389 d (hg)         |
| H4         | 0,387     | 0,515   | 0,434   | 0,446  | 0,383     | 0,441   | 0,418   | 0,414  | 0,430 b (c)          |
| H5         | 0,457     | 0,643   | 0,549   | 0,550  | 0,425     | 0,493   | 0,489   | 0,469  | 0,509 a (a)          |
| H6         | 0,403     | 0,431   | 0,431   | 0,422  | 0,345     | 0,403   | 0,355   | 0,368  | 0,395 d (g)          |
| H7         | 0,362     | 0,404   | 0,413   | 0,393  | 0,327     | 0,375   | 0,352   | 0,352  | 0,372 e (ji)         |
| H8         | 0,361     | 0,443   | 0,381   | 0,395  | 0,311     | 0,362   | 0,394   | 0,356  | 0,376 e (i)          |
| H9         | 0,335     | 0,412   | 0,362   | 0,370  | 0,317     | 0,359   | 0,387   | 0,354  | 0,362 f (k)          |
| H10        | 0,338     | 0,522   | 0,437   | 0,432  | 0,360     | 0,376   | 0,434   | 0,390  | 0,411 c (fe)         |
| H11        | 0,268     | 0,294   | 0,369   | 0,310  | 0,275     | 0,287   | 0,277   | 0,279  | 0,295 i (p)          |
| H12        | 0,321     | 0,509   | 0,445   | 0,425  | 0,360     | 0,358   | 0,349   | 0,356  | 0,390 d (g)          |
| H13        | 0,273     | 0,349   | 0,327   | 0,316  | 0,312     | 0,277   | 0,320   | 0,303  | 0,310 h (o)          |
| H14        | 0,299     | 0,417   | 0,365   | 0,360  | 0,330     | 0,311   | 0,333   | 0,325  | 0,342 g (nm)         |
| H15        | 0,302     | 0,426   | 0,349   | 0,359  | 0,340     | 0,298   | 0,341   | 0,326  | 0,343 g (nm)         |
| Prosek H   | 0,344 e   | 0,459 a | 0,416 b | 0,406  | 0,332 f   | 0,373 d | 0,379 c | 0,361  | 0,384                |
| D1         | 0,277     | 0,388   | 0,356   | 0,341  | 0,355     | 0,429   | 0,280   | 0,355  | 0,348 f (lm)         |
| D2         | 0,318     | 0,477   | 0,382   | 0,392  | 0,365     | 0,368   | 0,354   | 0,362  | 0,377 dc (i)         |
| D3         | 0,362     | 0,541   | 0,416   | 0,440  | 0,390     | 0,450   | 0,373   | 0,405  | 0,422 b (cd)         |
| D4         | 0,380     | 0,569   | 0,430   | 0,460  | 0,453     | 0,410   | 0,425   | 0,429  | 0,444 a (b)          |
| D5         | 0,325     | 0,452   | 0,395   | 0,391  | 0,443     | 0,439   | 0,437   | 0,440  | 0,415 b (de)         |
| D6         | 0,249     | 0,324   | 0,263   | 0,279  | 0,299     | 0,290   | 0,275   | 0,288  | 0,283 h (q)          |
| D7         | 0,310     | 0,396   | 0,366   | 0,357  | 0,425     | 0,400   | 0,370   | 0,398  | 0,378 dc (i)         |
| D8         | 0,309     | 0,418   | 0,336   | 0,354  | 0,362     | 0,374   | 0,352   | 0,363  | 0,359 e (k)          |
| D9         | 0,298     | 0,426   | 0,319   | 0,348  | 0,429     | 0,343   | 0,320   | 0,364  | 0,356 fe (lk)        |
| D10        | 0,284     | 0,356   | 0,310   | 0,317  | 0,372     | 0,376   | 0,325   | 0,357  | 0,337 g (n)          |
| D11        | 0,317     | 0,436   | 0,319   | 0,357  | 0,374     | 0,378   | 0,360   | 0,371  | 0,364 e (jk)         |
| D12        | 0,361     | 0,472   | 0,430   | 0,421  | 0,426     | 0,386   | 0,416   | 0,409  | 0,415 b (de)         |
| D13        | 0,326     | 0,379   | 0,338   | 0,348  | 0,552     | 0,353   | 0,339   | 0,415  | 0,381 c (hi)         |
| D14        | 0,328     | 0,461   | 0,336   | 0,375  | 0,453     | 0,352   | 0,305   | 0,370  | 0,372 d (ji)         |
| D15        | 0,326     | 0,381   | 0,394   | 0,367  | 0,360     | 0,358   | 0,414   | 0,377  | 0,372 d (ji)         |
| Prosek D   | 0,318 e   | 0,432 a | 0,359 d | 0,370  | 0,404 b   | 0,380 c | 0,356 d | 0,380  | 0,375                |
| Prosek H+D | 0,331 e   | 0,446 a | 0,388 b | 0,388  | 0,368 d   | 0,377 c | 0,368 d | 0,371  | 0,380                |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica

Tabela 44. Analiza varijanse za sadržaj neorganskog fosfora za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 0,66                     | 35,3   | 0,13***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 0,92                     | 49,2   | 0,07***                               |
| G × E            | 70                              | 0,29                     | 15,5   | 0,004***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

Primenom analize varijanse (tabela 45) je utvrđena signifikantna značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj neorganskog fosfora za genotipove durum pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor varijacije sadržaja neorganskog fosfora sa 38% objašnjene sume kvadrata, potom sredina sa 35%, pa interakcija sa 27%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 1,4 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,91.

Tabela 45. Analiza varijanse za sadržaj neorganskog fosfora za durum pšenicu

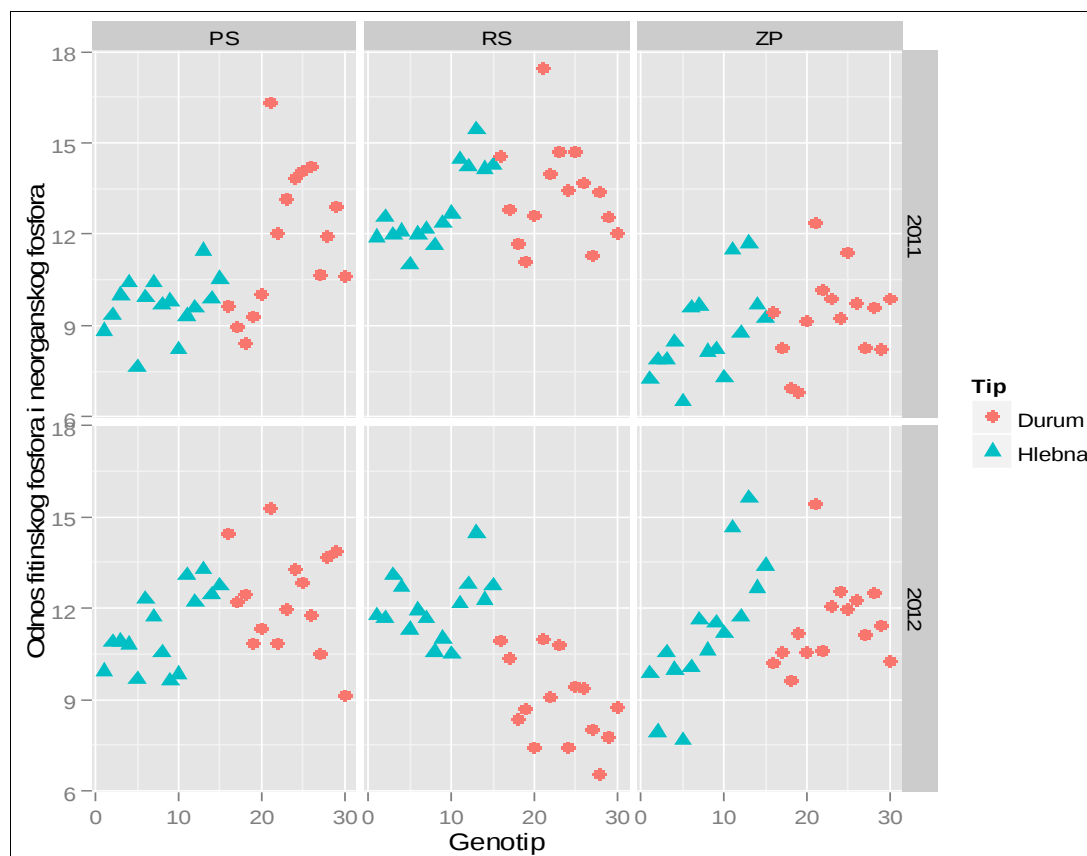
| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 0,48                     | 35,0   | 0,095***                              |
| Genotip (G)      | 14                              | 0,52                     | 38,0   | 0,037***                              |
| G × E            | 70                              | 0,37                     | 27,0   | 0,005***                              |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,91$

Prosečne vrednosti za odnos fitinskog i neorganskog fosfora po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) su prikazane u tabeli 46 i grafikonu 12. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za ovu osobinu po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 46.

Prosečna vrednost za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 11,0. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H13 (13,7), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H5 (9,0). Najveći

prosečni odnos fitinskog i neorganskog fosfora od 12,9 je zabeležen u RS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 8,8 utvrđena u ZP-11. Tukey test značajnosti je utvrdio postojanje značajne razlike za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora za genotipove hlebne pšenice između svih sredina, osim između ZP-12 i PS-12.



Grafikon 12. Odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 11,2. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D6 (14,6), dok su najmanju prosečnu vrednost imali genotipovi D3 i D4 (9,6). Najveći prosečni odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora od 13,3 je zabeležen u RS-11, dok je najmanji prosečna vrednost od 8,9 izmerena u RS-12. Utvrđeno je postojanje značajne razlike za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za genotipove durum pšenice između svih sredina primenom Tukey testa.

Tabela 46. Prosečne vrednosti za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |       |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP    | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 11,9      | 7,3   | 8,8    | 9,3    | 11,8      | 9,9    | 9,9    | 10,5   | 9,9 j (op)           |
| H2         | 12,6      | 7,9   | 9,3    | 9,9    | 11,7      | 7,9    | 10,9   | 10,2   | 10,0 ij (o)          |
| H3         | 12,0      | 7,9   | 10,0   | 10,0   | 13,1      | 10,6   | 10,9   | 11,5   | 10,7 g (kl)          |
| H4         | 12,1      | 8,5   | 10,4   | 10,3   | 12,7      | 10,0   | 10,8   | 11,2   | 10,7 g (kl)          |
| H5         | 11,0      | 6,5   | 7,6    | 8,4    | 11,3      | 7,7    | 9,7    | 9,5    | 9,0 k (r)            |
| H6         | 12,0      | 9,6   | 9,9    | 10,5   | 11,9      | 10,1   | 12,3   | 11,4   | 11,0 gf (kj)         |
| H7         | 12,2      | 9,7   | 10,4   | 10,7   | 11,7      | 11,6   | 11,7   | 11,7   | 11,2 f (j)           |
| H8         | 11,6      | 8,1   | 9,7    | 9,8    | 10,6      | 10,6   | 10,5   | 10,6   | 10,2 ih (on)         |
| H9         | 12,4      | 8,2   | 9,8    | 10,1   | 11,0      | 11,5   | 9,6    | 10,7   | 10,4 h (mn)          |
| H10        | 12,7      | 7,3   | 8,2    | 9,4    | 10,5      | 11,2   | 9,8    | 10,5   | 9,9 ij (op)          |
| H11        | 14,5      | 11,5  | 9,3    | 11,8   | 12,2      | 14,6   | 13,1   | 13,3   | 12,5 b (c)           |
| H12        | 14,2      | 8,8   | 9,6    | 10,8   | 12,8      | 11,7   | 12,2   | 12,2   | 11,5 e (hi)          |
| H13        | 15,4      | 11,7  | 11,5   | 12,9   | 14,5      | 15,6   | 13,3   | 14,5   | 13,7 a (b)           |
| H14        | 14,1      | 9,7   | 9,9    | 11,2   | 12,3      | 12,7   | 12,4   | 12,5   | 11,8 d (egf)         |
| H15        | 14,3      | 9,2   | 10,5   | 11,4   | 12,7      | 13,4   | 12,7   | 13,0   | 12,2 c (ed)          |
| Prosek H   | 12,9 a    | 8,8 e | 9,7 d  | 10,4   | 12,0 b    | 11,3 c | 11,3 c | 11,5   | 11,0                 |
| D1         | 14,6      | 9,4   | 9,6    | 11,2   | 10,9      | 10,2   | 14,5   | 11,9   | 11,6 de (hgi)        |
| D2         | 12,8      | 8,3   | 9,0    | 10,0   | 10,4      | 10,5   | 12,2   | 11,0   | 10,5 g (ml)          |
| D3         | 11,7      | 7,0   | 8,4    | 9,0    | 8,3       | 9,6    | 12,4   | 10,1   | 9,6 i (q)            |
| D4         | 11,1      | 6,8   | 9,3    | 9,1    | 8,7       | 11,2   | 10,8   | 10,2   | 9,6 i (qp)           |
| D5         | 12,6      | 9,2   | 10,0   | 10,6   | 7,4       | 10,6   | 11,4   | 9,8    | 10,2 h (on)          |
| D6         | 17,5      | 12,4  | 16,3   | 15,4   | 11,0      | 15,4   | 15,3   | 13,9   | 14,6 a (a)           |
| D7         | 14,0      | 10,2  | 12,0   | 12,1   | 9,1       | 10,6   | 10,9   | 10,2   | 11,1 f (j)           |
| D8         | 14,7      | 9,9   | 13,1   | 12,6   | 10,8      | 12,1   | 12,0   | 11,6   | 12,1 c (edf)         |
| D9         | 13,4      | 9,3   | 13,8   | 12,2   | 7,4       | 12,5   | 13,3   | 11,1   | 11,6 d (hg)          |
| D10        | 14,7      | 11,4  | 14,1   | 13,4   | 9,4       | 11,9   | 12,8   | 11,4   | 12,4 b (d)           |
| D11        | 13,7      | 9,7   | 14,2   | 12,5   | 9,4       | 12,2   | 11,8   | 11,1   | 11,8 dc (hgf)        |
| D12        | 11,3      | 8,2   | 10,7   | 10,1   | 8,0       | 11,2   | 10,5   | 9,9    | 10,0 h (o)           |
| D13        | 13,4      | 9,6   | 11,9   | 11,6   | 6,5       | 12,5   | 13,7   | 10,9   | 11,3 fe (ji)         |
| D14        | 12,6      | 8,2   | 12,9   | 11,2   | 7,8       | 11,4   | 13,9   | 11,0   | 11,1 f (j)           |
| D15        | 12,0      | 9,9   | 10,6   | 10,8   | 8,8       | 10,2   | 9,1    | 9,4    | 10,1 h (o)           |
| Prosek D   | 13,3 a    | 9,3 e | 11,7 c | 11,4   | 8,9 f     | 11,5 d | 12,3 b | 10,9   | 11,2                 |
| Prosek H+D | 13,1 a    | 9,1 f | 10,7 d | 10,9   | 10,5 e    | 11,4 c | 11,8 b | 11,2   | 11,1                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Primenom analize varijanse (tabela 47) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora sa 50,0% (suma kvadrata), potom genotip sa 36,3%, pa interakcija sa 13,7%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,6 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 47. Analiza varijanse za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 698,02                   | 50,0   | 139,60****                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 507,08                   | 36,3   | 36,22****                             |
| G × E            | 70                              | 192,08                   | 13,7   | 2,74****                              |

\*\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

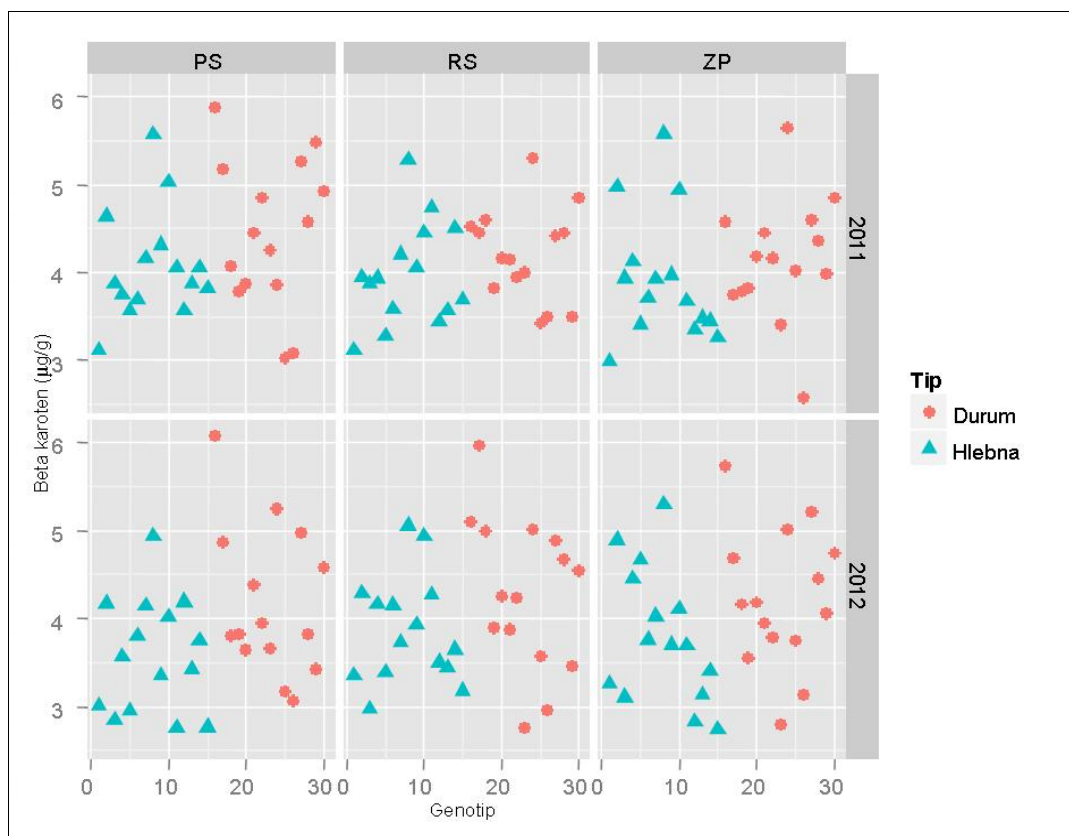
Primenom analize varijanse (tabela 48) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za odnos fitinskog i neorganskog fosfora sa 48,6% (suma kvadrata), potom genotip sa 31,3%, pa interakcija sa 20,1%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 1,6 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,93.

Tabela 48. Analiza varijanse za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za durum pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 896,43                   | 48,6   | 179,28****                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 578,45                   | 31,3   | 41,32****                             |
| G × E            | 70                              | 371,42                   | 20,1   | 5,31****                              |

\*\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,93$

Prosečne vrednosti za sadržaj  $\beta$ -karotena po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 49 i grafikonu 13. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za sadržaj  $\beta$ -karotena po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 51.



Grafikon 13.  $\beta$ -karoten u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 3,87  $\mu\text{g/g}$ . Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H8 (5,29  $\mu\text{g/g}$ ), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H1 (3,14  $\mu\text{g/g}$ ). Najveći prosečni sadržaj  $\beta$ -karotena od 4,07  $\mu\text{g/g}$  je zabeležena u PS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 3,58  $\mu\text{g/g}$  izmerena u PS-12. Utvrđeno je postojanje značajne razlike (Tukey test) za sadržaj  $\beta$ -karotena za genotipove hlebne pšenice između svih sredina, osim između RS-11 i ZP-11, RS-11 i PS-11, RS-12 i ZP-12, ZP-11 i RS-12

Prosečna vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 4,24  $\mu\text{g/g}$ . Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D1 (5,32

µg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D11 (3,05 µg/g). Najveći prosečni sadržaj β-karotena od 4,44 µg/g je zabeležena u PS-11, dok je najmanji prosečni sadržaj β-karotena od 4,14 µg/g izmeren u ZP-11. Između sredina RS-11 i ZP-11, RS-12 i ZP-12, ZP-12 i PS-12, RS-11 i RS-12, RS-11 i ZP-12, RS-11 i PS-12, ZP-11 i ZP-12, ZP-11 i PS-12 nije utvrđeno postojanje značajne razlike za sadržaj β-karotena.

Primenom analize varijanse (tabela 50) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj β-karotena za genotipove hlebne pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj β-karotena sa 69,0% (suma kvadrata), potom genotip × sredina sa 25,6%, pa sredina sa 5,4%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,7 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 49. Prosečne vrednosti za sadržaj  $\beta$ -karotena ( $\mu\text{g/g}$  (a.s)) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |        |        | 2011-2012 |         |        |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS     | Prosek | RS        | ZP      | PS     | Prosek |                      |
| H1         | 3,11      | 2,98    | 3,11   | 3,07   | 3,36      | 3,26    | 3,01   | 3,21   | 3,14 f (p)           |
| H2         | 3,94      | 4,97    | 4,64   | 4,52   | 4,29      | 4,90    | 4,18   | 4,45   | 4,48 b (e)           |
| H3         | 3,87      | 3,94    | 3,87   | 3,89   | 2,98      | 3,11    | 2,85   | 2,98   | 3,44 e (on)          |
| H4         | 3,94      | 4,13    | 3,74   | 3,93   | 4,16      | 4,45    | 3,58   | 4,06   | 4,00 c (kji)         |
| H5         | 3,28      | 3,41    | 3,56   | 3,42   | 3,39      | 4,68    | 2,95   | 3,67   | 3,54 e (n)           |
| H6         | 3,59      | 3,72    | 3,70   | 3,67   | 4,16      | 3,76    | 3,80   | 3,91   | 3,79 d (ml)          |
| H7         | 4,21      | 3,92    | 4,16   | 4,10   | 3,73      | 4,03    | 4,15   | 3,97   | 4,03 c (jih)         |
| H8         | 5,28      | 5,58    | 5,56   | 5,47   | 5,06      | 5,29    | 4,94   | 5,10   | 5,29 a (a)           |
| H9         | 4,06      | 3,97    | 4,32   | 4,12   | 3,92      | 3,71    | 3,35   | 3,66   | 3,89 dc (kjml)       |
| H10        | 4,45      | 4,94    | 5,03   | 4,80   | 4,93      | 4,11    | 4,02   | 4,36   | 4,58 b (ed)          |
| H11        | 4,73      | 3,68    | 4,06   | 4,16   | 4,28      | 3,70    | 2,76   | 3,58   | 3,87 dc (kjml)       |
| H12        | 3,43      | 3,35    | 3,56   | 3,45   | 3,50      | 2,83    | 4,19   | 3,51   | 3,48 e (n)           |
| H13        | 3,57      | 3,48    | 3,87   | 3,64   | 3,44      | 3,14    | 3,42   | 3,33   | 3,49 e (n)           |
| H14        | 4,50      | 3,45    | 4,06   | 4,00   | 3,65      | 3,41    | 3,74   | 3,60   | 3,80 d (kml)         |
| H15        | 3,69      | 3,26    | 3,82   | 3,59   | 3,18      | 2,74    | 2,77   | 2,89   | 3,24 f (op)          |
| Prosek H   | 3,98 ba   | 3,92 bc | 4,07 a | 3,99   | 3,87 dc   | 3,81 d  | 3,58 e | 3,75   | 3,87                 |
| D1         | 4,53      | 4,59    | 5,88   | 5,00   | 5,10      | 5,74    | 6,08   | 5,64   | 5,32 a (a)           |
| D2         | 4,46      | 3,76    | 5,17   | 4,46   | 5,97      | 4,69    | 4,88   | 5,18   | 4,82 c (cb)          |
| D3         | 4,59      | 3,78    | 4,08   | 4,15   | 5,00      | 4,17    | 3,81   | 4,32   | 4,24 ed (gf)         |
| D4         | 3,83      | 3,82    | 3,77   | 3,81   | 3,90      | 3,55    | 3,81   | 3,75   | 3,78 g (m)           |
| D5         | 4,16      | 4,18    | 3,88   | 4,07   | 4,26      | 4,19    | 3,64   | 4,03   | 4,05 ef (gijh)       |
| D6         | 4,15      | 4,45    | 4,46   | 4,35   | 3,88      | 3,95    | 4,39   | 4,07   | 4,21 ed (gfh)        |
| D7         | 3,94      | 4,16    | 4,85   | 4,32   | 4,24      | 3,79    | 3,95   | 4,00   | 4,16 ef (gih)        |
| D8         | 4,00      | 3,41    | 4,26   | 3,89   | 2,75      | 2,79    | 3,66   | 3,07   | 3,48 h (n)           |
| D9         | 5,29      | 5,65    | 3,86   | 4,93   | 5,02      | 5,02    | 5,24   | 5,09   | 5,01 b (b)           |
| D10        | 3,43      | 4,02    | 3,03   | 3,49   | 3,57      | 3,75    | 3,17   | 3,50   | 3,49 h (n)           |
| D11        | 3,49      | 2,57    | 3,08   | 3,05   | 2,96      | 3,14    | 3,07   | 3,06   | 3,05 i (p)           |
| D12        | 4,41      | 4,59    | 5,27   | 4,76   | 4,88      | 5,21    | 4,98   | 5,02   | 4,89 cb (cb)         |
| D13        | 4,45      | 4,36    | 4,57   | 4,46   | 4,66      | 4,46    | 3,82   | 4,31   | 4,39 d (ef)          |
| D14        | 3,49      | 3,97    | 5,48   | 4,32   | 3,46      | 4,05    | 3,43   | 3,65   | 3,98 f (kjl)         |
| D15        | 4,84      | 4,85    | 4,91   | 4,87   | 4,55      | 4,75    | 4,58   | 4,63   | 4,75 c (cd)          |
| Prosek D   | 4,20 cb   | 4,14 c  | 4,44 a | 4,26   | 4,28 b    | 4,22 cb | 4,17 c | 4,22   | 4,24                 |
| Prosek H+D | 4,09 b    | 4,03 cb | 4,26 a | 4,12   | 4,08 cb   | 4,02 c  | 3,88 d | 3,98   | 4,06                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 50. Analiza varijanse za sadržaj  $\beta$ -karotena za hlebu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 4,25                     | 5,4    | 0,85***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 53,66                    | 69,0   | 3,83***                               |
| G × E            | 70                              | 19,92                    | 25,6   | 0,28***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

Primenom analize varijanse (tabela 51) je utvrđena značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj  $\beta$ -karotena za genotipove durum pšenice. Efekat genotipa je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj  $\beta$ -karotena sa 67,2% objašnjene sume kvadrata, potom genotip × sredina sa 31,1%, pa sredina sa 1,7%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 2,16 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 51. Analiza varijanse za sadržaj  $\beta$ -karotena za durum pšenicu

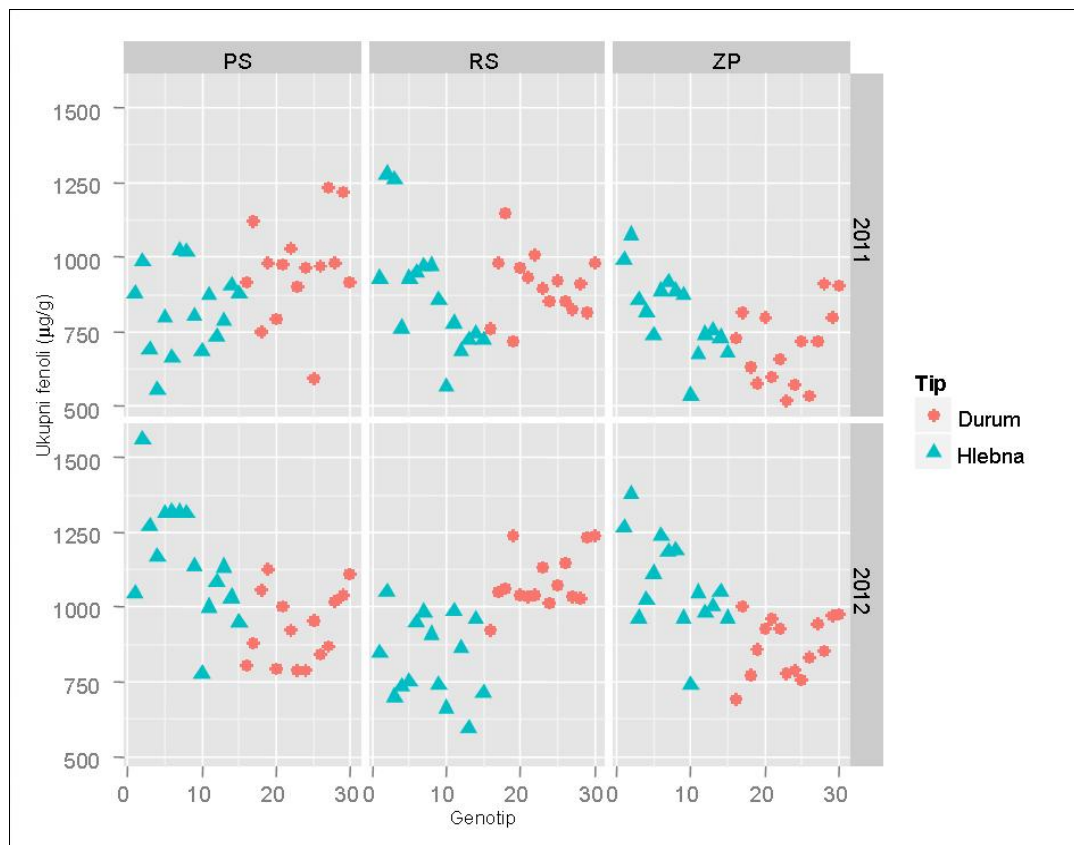
| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 1,71                     | 1,7    | 0,34***                               |
| Genotip (G)      | 14                              | 67,97                    | 67,2   | 4,85***                               |
| G × E            | 70                              | 31,52                    | 31,1   | 0,45***                               |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

Prosečne vrednosti za sadržaj ukupnih fenola po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 52 i grafikonu 14. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za sadržaj ukupnih fenola po genotipovima i po sredinama je dobijena primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 52.

Prosečna vrednost za sadržaj ukupnih fenola za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 927,9  $\mu\text{g/g}$ . Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H2 (1221,8  $\mu\text{g/g}$ ), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H10 (660,9  $\mu\text{g/g}$ ). Najveći prosečni sadržaj ukupnih fenola od 1161,5  $\mu\text{g/g}$  je zabeležen u PS-12, dok je

najmanja prosečna vrednost od 810,1  $\mu\text{g/g}$  izmerena u ZP-11. Utvrđeno je postojanje značajne razlike (Tukey test) za sadržaj ukupnih fenola za genotipove hlebne pšenice između svih sredina, osim između ZP-11 i PS-11, kao i između PS-11 i RS-12.



Grafikon 14. Ukupni fenoli u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Prosečna vrednost za sadržaj ukupnih fenola za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 907,6  $\mu\text{g/g}$ . Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D15 (1021,5  $\mu\text{g/g}$ ), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D1 (802,4  $\mu\text{g/g}$ ). Najveći prosečni sadržaj ukupnih fenola od 1086,3  $\mu\text{g/g}$  je zabeležen u RS-12, dok je najmanja prosečna vrednost od 698,4  $\mu\text{g/g}$  izmerena u ZP-11. Utvrđeno je postojanje značajne razlike (Tukey test) za sadržaj ukupnih fenola za genotipove durum pšenice između svih sredina.

Analiza varijanse (tabela 53) je ukazala na značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj ukupnih fenola za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj ukupnih fenola sa

43,4% (suma kvadrata), potom sa genotip sa 36,4%, pa genotip  $\times$  sredina interakcija sa 20,2%. Efekat genotipa je u odnosu na efekat interakcije bio 1,8 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 52. Prosečne vrednosti za sadržaj ukupnih fenola ( $\mu\text{g/g}$ ) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |          |        | 2011-2012 |          |          |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|----------|--------|-----------|----------|----------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS       | Prosek | RS        | ZP       | PS       | Prosek |                      |
| H1         | 928,9     | 991,9   | 878,0    | 932,9  | 848,5     | 1264,7   | 1047,4   | 1053,5 | 993,2 c (ed)         |
| H2         | 1278,2    | 1074,3  | 985,9    | 1112,8 | 1052,4    | 1380,2   | 1560,1   | 1330,9 | 1221,8 a (a)         |
| H3         | 1258,7    | 857,0   | 689,1    | 934,9  | 698,6     | 961,9    | 1272,2   | 977,6  | 956,2 d (gf)         |
| H4         | 762,5     | 816,5   | 555,7    | 711,6  | 734,6     | 1023,4   | 1167,3   | 975,1  | 843,3 gf (nmo)       |
| H5         | 928,9     | 738,6   | 795,5    | 821,0  | 748,0     | 1113,3   | 1314,2   | 1058,5 | 939,8 d (gh)         |
| H6         | 946,9     | 887,0   | 662,1    | 832,0  | 950,4     | 1240,7   | 1318,7   | 1170,0 | 1001,0 c (ed)        |
| H7         | 970,9     | 915,4   | 1023,4   | 969,9  | 983,4     | 1183,8   | 1317,2   | 1161,5 | 1065,7 b (b)         |
| H8         | 972,4     | 887,0   | 1018,9   | 959,4  | 908,4     | 1189,8   | 1314,2   | 1137,5 | 1048,4 b (cb)        |
| H9         | 857,0     | 873,5   | 803,0    | 844,5  | 740,6     | 961,9    | 1135,8   | 946,1  | 895,3 e (jk)         |
| H10        | 564,7     | 536,2   | 686,1    | 595,6  | 661,1     | 740,1    | 777,5    | 726,2  | 660,9 h (q)          |
| H11        | 777,5     | 672,6   | 873,5    | 774,5  | 984,9     | 1048,9   | 999,4    | 1011,1 | 892,8 e (jk)         |
| H12        | 686,1     | 740,1   | 732,6    | 719,6  | 863,5     | 979,9    | 1083,3   | 975,6  | 847,6 f (nm)         |
| H13        | 722,1     | 755,0   | 788,0    | 755,0  | 595,1     | 1000,9   | 1134,3   | 910,1  | 832,6 gf (no)        |
| H14        | 741,6     | 729,6   | 906,5    | 792,5  | 960,9     | 1050,4   | 1032,4   | 1014,6 | 903,5 e (jki)        |
| H15        | 723,6     | 677,1   | 876,5    | 759,0  | 712,1     | 961,9    | 948,4    | 874,1  | 816,5 g (po)         |
| Prosek H   | 874,7 c   | 810,1 e | 818,3 ed | 834,4  | 829,5 d   | 1073,4 b | 1161,5 a | 1021,5 | 927,9                |
| D1         | 757,5     | 729,6   | 914,9    | 800,7  | 920,9     | 689,6    | 802,0    | 804,2  | 802,4 i (p)          |
| D2         | 979,9     | 816,5   | 1120,8   | 972,4  | 1049,9    | 1004,4   | 881,5    | 978,6  | 975,5 b (ef)         |
| D3         | 1147,3    | 629,1   | 749,0    | 841,8  | 1061,9    | 772,0    | 1055,9   | 963,2  | 902,5 fe (jki)       |
| D4         | 714,6     | 579,7   | 978,4    | 757,5  | 1240,2    | 857,5    | 1126,3   | 1074,7 | 916,1 de (jhi)       |
| D5         | 961,9     | 795,5   | 791,0    | 849,5  | 1042,4    | 929,4    | 792,0    | 921,3  | 885,4 fg (lk)        |
| D6         | 934,4     | 600,6   | 976,9    | 837,3  | 1034,9    | 962,4    | 1004,9   | 1000,7 | 919,0 de (jhi)       |
| D7         | 1004,9    | 656,1   | 1027,9   | 896,3  | 1040,9    | 927,9    | 922,4    | 963,7  | 930,0 dc (ghi)       |
| D8         | 894,0     | 518,2   | 901,5    | 771,2  | 1133,8    | 776,5    | 789,0    | 899,8  | 835,5 h (nmo)        |
| D9         | 852,0     | 570,7   | 963,4    | 795,4  | 1015,4    | 787,0    | 786,0    | 862,8  | 829,1 h (npo)        |
| D10        | 920,9     | 714,6   | 593,1    | 742,9  | 1072,3    | 755,5    | 956,9    | 928,3  | 835,6 h (nmo)        |
| D11        | 849,0     | 533,2   | 972,4    | 784,9  | 1147,3    | 830,5    | 844,5    | 940,8  | 862,8 g (lm)         |
| D12        | 823,5     | 716,1   | 1230,3   | 923,3  | 1033,4    | 945,9    | 867,0    | 948,8  | 936,0 dc (gh)        |
| D13        | 913,4     | 909,4   | 978,4    | 933,8  | 1030,4    | 850,0    | 1021,4   | 967,2  | 950,5 c (gf)         |
| D14        | 814,5     | 800,0   | 1215,3   | 943,3  | 1232,8    | 971,4    | 1039,4   | 1081,2 | 1012,2 a (d)         |
| D15        | 982,4     | 906,5   | 913,9    | 934,3  | 1238,7    | 977,4    | 1109,8   | 1108,7 | 1021,5 a (cd)        |
| Prosek D   | 903,4 d   | 698,4 f | 955,2 b  | 852,3  | 1086,3 a  | 869,2 e  | 933,3 c  | 962,9  | 907,6                |
| Prosek H+D | 889,1 d   | 754,3 e | 886,8 d  | 843,4  | 957,9 c   | 971,3 b  | 1047,4 a | 992,2  | 917,8                |

Proseci u kolonama i redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 53. Analiza varijanse za sadržaj ukupnih fenola za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 6838473,42               | 43,4   | 1367694,68***                         |
| Genotip (G)      | 14                              | 5737555,74               | 36,4   | 409825,41***                          |
| G × E            | 70                              | 3182430,66               | 20,2   | 45463,30***                           |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

Primenom analize varijanse (tabela 54) dobijena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj ukupnih fenola za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj ukupnih fenola sa 49,3% (suma kvadrata), potom genotip × sredina sa 35,5%, i na kraju genotip sa 15,2%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 2,3 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,98.

Tabela 54. Analiza varijanse za sadržaj ukupnih fenola za durum pšenicu

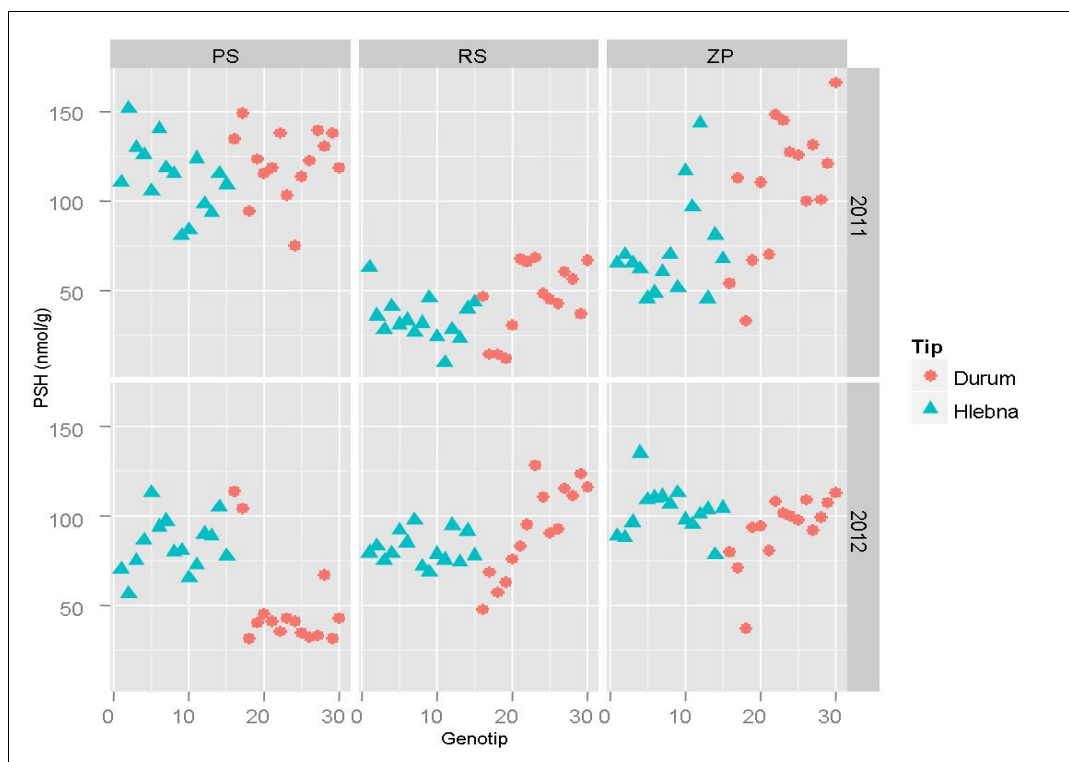
| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 4794336,49               | 49,3   | 958867,30***                          |
| Genotip (G)      | 14                              | 1482042,50               | 15,2   | 105860,18***                          |
| G × E            | 70                              | 3446433,13               | 35,5   | 49234,76***                           |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,98$

Prosečne vrednosti za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 55 i grafikonu 15. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 55.

Prosečna vrednost za sadržaj PSH za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 81,26 nmol/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H12 (92,64 nmol/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H13 (71,61 nmol/g).

Najveći prosečni sadržaj PSH od 113,38 nmol/g je zabeležen u PS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 33,69 nmol/g izmerena u RS-11. Utvrđeno je postojanje značajne razlike (Tukey test) za sadržaj PSH za genotipove hlebne pšenice između svih sredina, osim između RS-12 i PS-12.



Grafikon 15. Slobodne sulfhidrilne grupe proteina (PSH) u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Tabela 55. Prosečne vrednosti za slobodne sulfhidrilne grupe proteina (nmol/g) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |          |          |        | 2011-2012 |          |         |         | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|----------|----------|--------|-----------|----------|---------|---------|----------------------|
|            | RS        | ZP       | PS       | Prosek | RS        | ZP       | PS      | Prosek  |                      |
| H1         | 62,56     | 65,09    | 110,21   | 79,28  | 79,59     | 88,91    | 70,14   | 79,55   | 79,42 ecd (ihkgj)    |
| H2         | 35,80     | 69,88    | 151,34   | 85,67  | 83,19     | 88,11    | 56,57   | 75,96   | 80,81 cd (ihfgj)     |
| H3         | 28,22     | 65,09    | 129,77   | 74,36  | 75,20     | 96,50    | 74,94   | 82,21   | 78,29 ed (ikj)       |
| H4         | 41,00     | 61,89    | 125,78   | 76,22  | 79,20     | 135,23   | 86,52   | 100,31  | 88,27 ba (ecd)       |
| H5         | 31,01     | 45,52    | 105,82   | 60,78  | 91,97     | 108,88   | 112,87  | 104,57  | 82,68 bcd (iehfgj)   |
| H6         | 33,41     | 48,72    | 140,16   | 74,09  | 85,18     | 110,07   | 94,10   | 96,45   | 85,27 bc (efg)       |
| H7         | 26,62     | 60,69    | 118,19   | 68,50  | 97,56     | 110,87   | 97,30   | 101,91  | 85,21 bc (efg)       |
| H8         | 31,81     | 70,28    | 115,40   | 72,50  | 72,01     | 106,48   | 79,73   | 86,07   | 79,28 ecd (ihkgj)    |
| H9         | 46,19     | 51,51    | 80,26    | 59,32  | 68,81     | 113,27   | 80,53   | 87,54   | 73,43 ef (lk)        |
| H10        | 24,22     | 116,60   | 83,85    | 74,89  | 78,80     | 98,10    | 65,35   | 80,75   | 77,82 efd (ikj)      |
| H11        | 7,45      | 97,03    | 123,65   | 76,05  | 75,60     | 95,30    | 72,54   | 81,15   | 78,60 ecd (ihkj)     |
| H12        | 28,22     | 143,75   | 98,10    | 90,02  | 94,77     | 100,89   | 90,11   | 95,26   | 92,64 a (bcd)        |
| H13        | 23,43     | 45,52    | 93,70    | 54,22  | 74,40     | 103,69   | 88,91   | 89,00   | 71,61 f (lm)         |
| H14        | 39,80     | 81,06    | 115,27   | 78,71  | 91,57     | 78,53    | 104,88  | 91,66   | 85,18 bc (efg)       |
| H15        | 43,39     | 67,48    | 109,28   | 73,38  | 78,00     | 104,48   | 77,73   | 86,74   | 80,06 cd (ihgi)      |
| Prosek H   | 33,69 e   | 72,67 d  | 113,38 a | 73,25  | 81,72 c   | 102,62 b | 83,48 c | 89,28   | 81,26                |
| D1         | 46,59     | 53,91    | 134,43   | 78,31  | 47,52     | 79,99    | 113,93  | 80,48   | 79,39 egf (ihkgj)    |
| D2         | 14,64     | 112,60   | 149,21   | 92,15  | 68,28     | 71,21    | 104,35  | 81,28   | 86,72 d (efd)        |
| D3         | 14,64     | 32,74    | 94,10    | 47,16  | 57,50     | 37,27    | 31,55   | 42,10   | 44,63 i (n)          |
| D4         | 9,45      | 66,68    | 123,25   | 66,46  | 62,69     | 93,97    | 40,33   | 65,66   | 66,06 h (m)          |
| D5         | 30,61     | 110,61   | 115,27   | 85,50  | 76,27     | 94,37    | 45,12   | 71,92   | 78,71 gf (ihkj)      |
| D6         | 68,01     | 69,88    | 118,86   | 85,58  | 83,06     | 80,39    | 41,53   | 68,33   | 76,95 g (lkj)        |
| D7         | 66,02     | 148,14   | 137,63   | 117,26 | 95,43     | 107,95   | 35,94   | 79,77   | 98,52 b (ba)         |
| D8         | 68,81     | 145,35   | 103,29   | 105,82 | 128,18    | 101,56   | 43,12   | 90,95   | 98,38 b (ba)         |
| D9         | 48,45     | 127,78   | 74,94    | 83,72  | 111,01    | 99,96    | 41,13   | 84,03   | 83,88 ed (iehfg)     |
| D10        | 45,25     | 125,78   | 113,67   | 94,90  | 90,64     | 97,56    | 34,74   | 74,31   | 84,61 d (ehfg)       |
| D11        | 42,86     | 100,23   | 122,85   | 88,65  | 93,04     | 108,74   | 32,34   | 78,04   | 83,34 edf (iehfg)    |
| D12        | 60,43     | 131,37   | 139,62   | 110,47 | 115,40    | 92,37    | 33,14   | 80,30   | 95,39 cb (b)         |
| D13        | 56,43     | 100,62   | 130,44   | 95,83  | 111,81    | 99,56    | 67,08   | 92,82   | 94,32 cb (bc)        |
| D14        | 36,87     | 120,99   | 137,63   | 98,50  | 123,78    | 107,15   | 31,94   | 87,63   | 93,06 c (bc)         |
| D15        | 67,22     | 166,11   | 118,46   | 117,26 | 116,20    | 113,14   | 42,73   | 90,69   | 103,97 a (a)         |
| Prosek D   | 45,25 e   | 107,52 b | 120,91 a | 91,23  | 92,05 c   | 92,35 c  | 49,27 d | 77,89   | 84,56                |
| Prosek H+D | 39,47 f   | 90,10 c  | 117,15 a | 82,24  | 86,89     | 97,49 d  | 66,38 b | 83,59 e | 82,91                |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Prosečna vrednost za sadržaj PSH za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 84,56 nmol/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D15 (103,97 nmol/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D3 (44,63 nmol/g). Najveći prosečni sadržaj PSH od 120,91 nmol/g je zabeležena u PS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 45,25 nmol/g izmerena u RS-11. Utvrđeno je postojanje značajne razlike (Tukey test) za sadržaj PSH za genotipove durum pšenice između svih sredina, osim između RS-12 i ZP-12.

Primenjena analiza varijanse (tabela 56) je ukazala na značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za PSH za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj PSH sa 70% (suma kvadrata), potom interakcija genotipa i sredine sa 27%, pa genotip sa 3%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 8,9 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,97.

Tabela 56. Analiza varijanse za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina (PSH) za hlebu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 229880,90                | 70     | 45976,18***                           |
| Genotip (G)      | 14                              | 10020,16                 | 3      | 715,72***                             |
| G × E            | 70                              | 88916,44                 | 27     | 1270,23***                            |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,97$

Primenjena analize varijanse (tabela 57) je ukazala na značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj PSH za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj PSH sa 56,8% (suma kvadrata), potom G × E sa 28,4%, pa genotip sa 14,8%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 1,9 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 57. Analiza varijanse za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina (PSH) za durum pšenicu

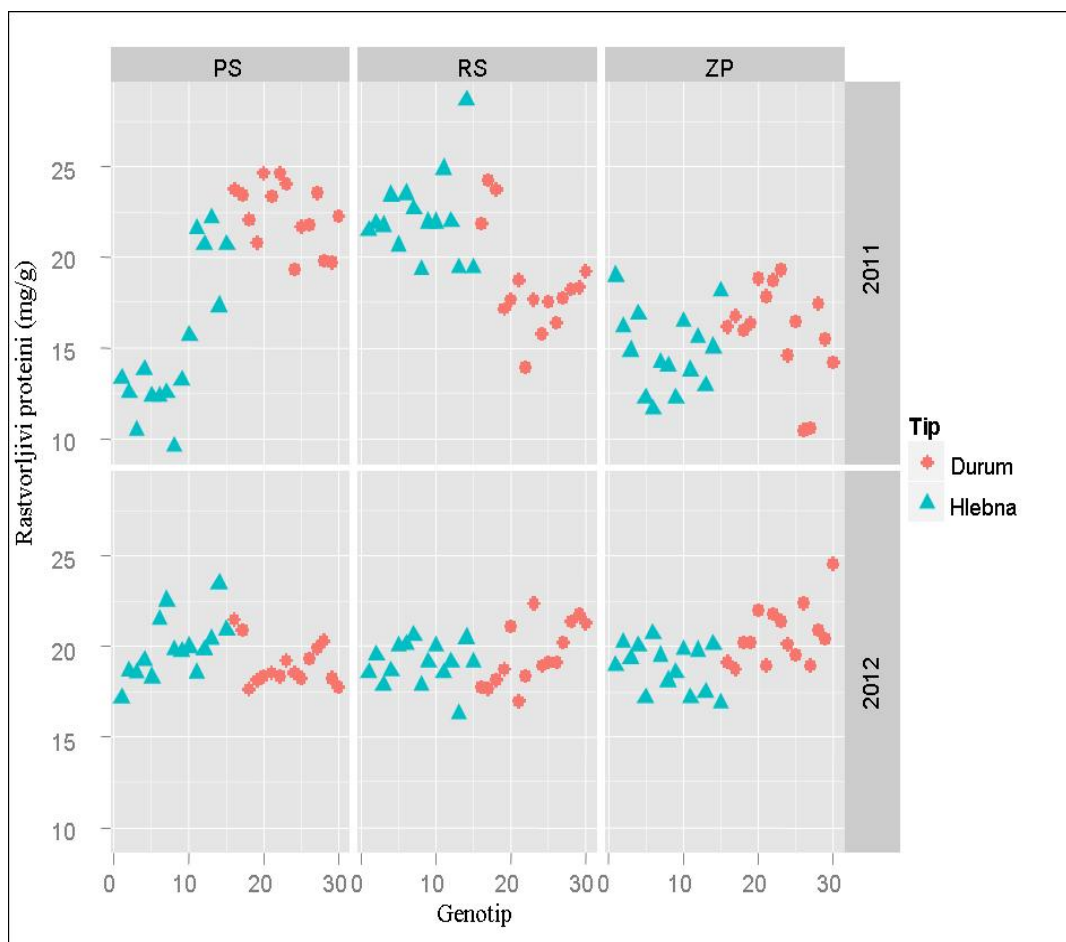
| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 285507,87                | 56,8   | 57101,57***                           |
| Genotip (G)      | 14                              | 74222,84                 | 14,8   | 5301,63***                            |
| G × E            | 70                              | 142745,18                | 28,4   | 2039,22***                            |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

Prosečne vrednosti za sadržaj rastvorljivih proteina po sredinama i godini istraživanja za genotipove hlebne i durum pšenice su prikazane u tabeli 58 i grafikonu 16. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za sadržaj rastvorljivih proteina po genotipovima i po sredinama dobijena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 58.

Prosečna vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove hlebne pšenice za svih šest sredina je iznosila 18,35 mg/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip H14 (20,83 mg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip H8 (16,45 mg/g). Najveći prosečni sadržaj rastvorljivih proteina od 22,17 mg/g je zabeležen u RS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 14,86 mg/g izmerena u ZP-11. Na osnovu Tukey testa je utvrđeno postojanje značajne razlike za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove hlebne pšenice između svih sredina, osim između RS-12 i ZP-12.

Prosečna vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 19,32 mg/g. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D8 (20,64 mg/g), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D9 (17,87 mg/g). Najveći prosečni sadržaj rastvorljivih proteina od 22,31 mg/g je zabeležen u PS-11, dok je najmanja prosečna vrednost od 15,92 mg/g izmerena u ZP-11. Primenom Tukey testa utvrđena je značajna razlika za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove durum pšenice između svih sredina.



Grafikon 16. Rastvorljivi proteini u odnosu na genotipove hlebne i durum pšenice po lokalitetima i godinama istraživanja. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Poreklo i pedigree podaci za genotipove su dati u tabelama 1 i 2.

Primenom analize varijanse (tabela 59) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove hlebne pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj rastvorljivih proteina sa 55,8% (suma kvadrata), potom genotip  $\times$  sredina sa 34,2%, pa genotip sa 10,0%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 3,4 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 58. Prosečne vrednosti za sadržaj rastvorljivih proteina (mg/g) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove hlebne (H1-H15) i durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip    | 2010-2011 |         |         |        | 2011-2012 |         |         |        | Prosek za obe godine |
|------------|-----------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|--------|----------------------|
|            | RS        | ZP      | PS      | Prosek | RS        | ZP      | PS      | Prosek |                      |
| H1         | 21,44     | 18,96   | 13,32   | 17,91  | 18,53     | 18,90   | 17,12   | 18,19  | 18,05 e (pq)         |
| H2         | 21,84     | 16,13   | 12,54   | 16,84  | 19,51     | 20,24   | 18,60   | 19,45  | 18,14 e (poq)        |
| H3         | 21,70     | 14,83   | 10,49   | 15,68  | 17,86     | 19,35   | 18,56   | 18,59  | 17,13 f (sr)         |
| H4         | 23,37     | 16,84   | 13,80   | 18,01  | 18,64     | 20,02   | 19,26   | 19,31  | 18,66 d (lmk)        |
| H5         | 20,63     | 12,22   | 12,31   | 15,05  | 19,99     | 17,18   | 18,30   | 18,49  | 16,77 g (st)         |
| H6         | 23,48     | 11,63   | 12,33   | 15,81  | 20,14     | 20,70   | 21,46   | 20,77  | 18,29 e (pomn)       |
| H7         | 22,68     | 14,19   | 12,56   | 16,48  | 20,62     | 19,47   | 22,51   | 20,87  | 18,67 d (lk)         |
| H8         | 19,32     | 14,02   | 9,59    | 14,31  | 17,86     | 18,08   | 19,85   | 18,60  | 16,45 g (t)          |
| H9         | 21,90     | 12,24   | 13,21   | 15,78  | 19,10     | 18,51   | 19,70   | 19,11  | 17,44 f (r)          |
| H10        | 21,92     | 16,44   | 15,67   | 18,01  | 20,01     | 19,79   | 19,95   | 19,92  | 18,96 cd (ijk)       |
| H11        | 24,85     | 13,75   | 21,54   | 20,05  | 18,52     | 17,12   | 18,56   | 18,07  | 19,06 c (ij)         |
| H12        | 21,99     | 15,58   | 20,67   | 19,41  | 19,10     | 19,77   | 19,85   | 19,57  | 19,49 b (hg)         |
| H13        | 19,39     | 12,89   | 22,13   | 18,14  | 16,31     | 17,43   | 20,40   | 18,04  | 18,09 e (pq)         |
| H14        | 28,64     | 15,03   | 17,29   | 20,32  | 20,46     | 20,09   | 23,46   | 21,34  | 20,83 a (a)          |
| H15        | 19,39     | 18,14   | 20,67   | 19,40  | 19,14     | 16,84   | 20,86   | 18,95  | 19,17 cb (ih)        |
| Prosek H   | 22,17 a   | 14,86 e | 15,21 d | 17,41  | 19,05 c   | 18,90 c | 19,90 b | 19,28  | 18,35                |
| D1         | 21,90     | 16,13   | 23,71   | 20,58  | 17,77     | 19,12   | 21,51   | 19,47  | 20,02 dc (de)        |
| D2         | 24,19     | 16,70   | 23,41   | 21,44  | 17,63     | 18,71   | 20,88   | 19,07  | 20,25 bc (dc)        |
| D3         | 23,73     | 15,94   | 22,08   | 20,58  | 18,16     | 20,23   | 17,65   | 18,68  | 19,63 e (fg)         |
| D4         | 17,16     | 16,40   | 20,76   | 18,11  | 18,77     | 20,19   | 18,16   | 19,04  | 18,57 h (lmn)        |
| D5         | 17,66     | 18,78   | 24,64   | 20,36  | 21,13     | 22,00   | 18,34   | 20,49  | 20,43 ba (bc)        |
| D6         | 18,77     | 17,84   | 23,37   | 19,99  | 16,97     | 18,91   | 18,59   | 18,16  | 19,07 gf (ij)        |
| D7         | 13,91     | 18,75   | 24,66   | 19,10  | 18,36     | 21,77   | 18,34   | 19,49  | 19,30 f (ihg)        |
| D8         | 17,65     | 19,26   | 24,02   | 20,31  | 22,38     | 21,35   | 19,21   | 20,98  | 20,64 a (ba)         |
| D9         | 15,74     | 14,57   | 19,34   | 16,55  | 18,91     | 20,12   | 18,57   | 19,20  | 17,87 j (q)          |
| D10        | 17,57     | 16,45   | 21,63   | 18,55  | 19,12     | 19,53   | 18,27   | 18,97  | 18,76 gh (ljk)       |
| D11        | 16,33     | 10,42   | 21,74   | 16,16  | 19,09     | 22,32   | 19,37   | 20,26  | 18,21 i (poqn)       |
| D12        | 17,75     | 10,58   | 23,53   | 17,29  | 20,23     | 18,96   | 19,92   | 19,70  | 18,50 ih (lomn)      |
| D13        | 18,18     | 17,41   | 19,80   | 18,46  | 21,36     | 20,92   | 20,26   | 20,85  | 19,66 e (feg)        |
| D14        | 18,34     | 15,46   | 19,69   | 17,83  | 21,81     | 20,44   | 18,20   | 20,15  | 18,99 gf (ijk)       |
| D15        | 19,19     | 14,16   | 22,24   | 18,53  | 21,31     | 24,57   | 17,72   | 21,20  | 19,86 de (fe)        |
| Prosek D   | 18,54 e   | 15,92 f | 22,31 a | 18,92  | 19,53 c   | 20,61 b | 19,00 d | 19,71  | 19,32                |
| Prosek H+D | 20,35 a   | 15,39 f | 18,76 e | 18,17  | 19,29 d   | 19,76 b | 19,45 c | 19,50  | 18,83                |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti. Vrednosti u zagradama za proseke se odnose na poređenje hlebnih i durum pšenica.

Tabela 59. Analiza varijanse za sadržaj rastvorljivih proteina za hlebnu pšenicu

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma<br>kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 23903,34                 | 55,8   | 4780,67***                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 4274,96                  | 10,0   | 305,35***                             |
| G × E            | 70                              | 14677,38                 | 34,2   | 209,68***                             |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

Analizom varijanse (tabela 60) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za sadržaj rastvorljivih proteina sa 49,6% (suma kvadrata), potom interakcija genotipa i sredine sa 41,8%, pa genotip sa 8,6%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 4,9 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,99.

Tabela 60. Analiza varijanse za sadržaj rastvorljivih proteina za durum pšenicu

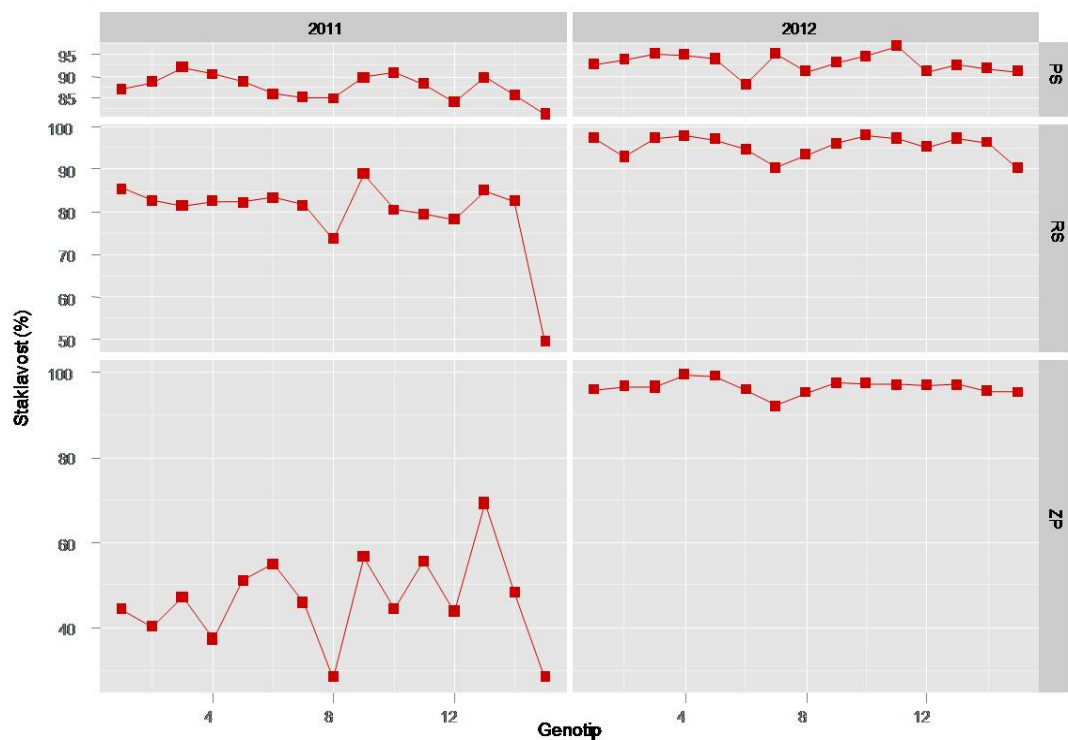
| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 13723,64              | 49,6   | 2744,73***                            |
| Genotip (G)      | 14                              | 2371,87               | 8,6    | 169,42***                             |
| G × E            | 70                              | 11579,16              | 41,8   | 165,42***                             |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,99$

Prosečne vrednosti za staklavost zrna po sredinama i godini istraživanja za genotipove durum pšenice su prikazane u tabeli 61 i grafikonu 17. Značajnost razlika prosečnih vrednosti za staklavost zrna po genotipovima i po sredinama utvrđena je primenom Tukey (HSD) testa i takođe je prikazana u tabeli 61.

Prosečna vrednost za staklavost zrna za genotipove durum pšenice za svih šest sredina je iznosila 83,1%. Najveću prosečnu vrednost je ostvario genotip D13 (88,5%), dok je najmanju prosečnu vrednost imao genotip D15 (72,6%). Najveća prosečna staklavost zrna od 96,5% je zabeležena u ZP-12, dok je najmanja prosečna vrednost od

46,4% izmerena u ZP-11. Na osnovu Tukey testa utvrđena je značajna razlika za staklavost zrna za genotipove durum pšenice između svih sredina, osim između RS-12 i PS-12, i RS-12 i ZP-12.



Grafikon 17. Staklavost zrna genotipova durum pšenice (D1-D15) po lokalitetima u 2010-2011 i 2011-2012 godini. PS-Padinska Skela; RS-Rimski Šančevi; ZP-Zemun Polje. Detalji za genotipove su dati u tabeli 2.

Tabela 61. Prosečne vrednosti za staklavost zrna (%) po sredinama i godinama istraživanja za genotipove durum pšenice (D1-D15) i značajnost njihove razlike ocenjene pomoću Tukey (HSD) testa

| Genotip | 2010-2011 |        |        |        | 2011-2012 |        |        |        | Prosek za obe godine |
|---------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
|         | RS        | ZP     | PS     | Prosek | RS        | ZP     | PS     | Prosek |                      |
| D1      | 85,5      | 44,1   | 86,9   | 72,2   | 97,4      | 95,9   | 92,8   | 95,3   | 83,8 bac             |
| D2      | 82,6      | 40,4   | 88,5   | 70,5   | 93,0      | 96,6   | 93,9   | 94,5   | 82,5 bdc             |
| D3      | 81,4      | 47,2   | 92,0   | 73,5   | 97,3      | 96,5   | 95,2   | 96,4   | 84,9 bac             |
| D4      | 82,5      | 37,4   | 90,5   | 70,1   | 97,9      | 99,7   | 94,9   | 97,5   | 83,8 bac             |
| D5      | 82,2      | 51,1   | 88,6   | 74,0   | 97,0      | 99,2   | 94,1   | 96,8   | 85,4 bac             |
| D6      | 83,4      | 55,0   | 85,9   | 74,8   | 94,7      | 95,9   | 87,9   | 92,8   | 83,8 bac             |
| D7      | 81,5      | 45,9   | 85,0   | 70,8   | 90,5      | 92,1   | 95,2   | 92,6   | 81,7 dc              |
| D8      | 73,6      | 28,2   | 84,8   | 62,2   | 93,4      | 95,1   | 90,9   | 93,1   | 77,7 d               |
| D9      | 88,9      | 56,6   | 89,8   | 78,4   | 96,1      | 97,5   | 93,0   | 95,6   | 87,0 ba              |
| D10     | 80,5      | 44,4   | 90,8   | 71,9   | 98,0      | 97,2   | 94,7   | 96,7   | 84,3 bac             |
| D11     | 79,5      | 55,8   | 88,1   | 74,5   | 97,2      | 97,1   | 97,1   | 97,2   | 85,8 bac             |
| D12     | 78,2      | 43,8   | 83,9   | 68,6   | 95,2      | 97,2   | 91,1   | 94,5   | 81,6 dc              |
| D13     | 84,9      | 69,2   | 89,8   | 81,3   | 97,2      | 97,1   | 92,6   | 95,7   | 88,5 a               |
| D14     | 82,5      | 48,2   | 85,5   | 72,1   | 96,2      | 95,5   | 91,7   | 94,5   | 83,3 bc              |
| D15     | 49,5      | 28,2   | 81,0   | 52,9   | 90,2      | 95,4   | 91,0   | 92,2   | 72,6 e               |
| Prosek  | 79,8 d    | 46,4 e | 87,4 c | 71,2   | 95,4 ba   | 96,5 a | 93,1 b | 95,0   | 83,1                 |

Proseci u redovima označeni istim slovima nisu statistički značajno različiti na 0,05 nivou značajnosti.

Analizom varijanse (tabela 62) utvrđena je značajnost ( $P < 0,001$ ) efekata sredine, genotipa i njihove interakcije za staklavost zrna za genotipove durum pšenice. Efekat sredine je bio najvažniji izvor variranja za staklavost zrna sa 89,8% (suma kvadrata), potom interakcija genotip  $\times$  sredina sa 6,1%, pa genotip sa 4,1%. Efekat interakcije je u odnosu na efekat genotipa bio 1,5 puta veći. Koeficijent determinacije ( $R^2$ ) je iznosio 0,95.

Tabela 62. Analiza varijanse za staklavost zrna durum pšenice

| Izvor varijacije | df<br>(broj stepeni<br>slobode) | SS<br>(suma kvadrata) | SS (%) | MS <sup>†</sup><br>(sredina kvadrata) |
|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------|---------------------------------------|
| Sredina (E)      | 5                               | 108592,68             | 89,8   | 21718,54***                           |
| Genotip (G)      | 14                              | 4993,63               | 4,1    | 356,69***                             |
| G $\times$ E     | 70                              | 7375,65               | 6,1    | 105,37***                             |

\*\*\*  $P < 0,001$ ; <sup>†</sup> testirano sa sredinom kvadrata greške;  $R^2 = 0,95$

### 6.3. Komponente varijanse, heritabilnost i koeficijenti varijacije

#### 6.3.1. Agronomске osobine pšenice

Komponente varijanse, heritabilnost u širem smislu i koeficijenti genetičke i fenotipske varijacije za agronomске osobine su predstavljeni u tabeli 63. Veći udeo genetičke komponente varijanse ( $\sigma^2_g$ ) u odnosu na komponentu varijanse interakcije genotip  $\times$  sredina ( $\sigma^2_{ge}$ ) je utvrđen za sledeće osobine: masa hiljadu zrna-hlebna (4,86 puta) i durum (1,21 puta); visina biljke-hlebna (11,76 puta) i durum (1,87); dužina klasa-hlebna (7,0 puta) i durum (2,56 puta); broj zrna po klasu-hlebna (4,72 puta); dužina zrna-hlebna (28,83 puta) i durum (4,11 puta); širina zrna-hlebna (1,04 puta) i durum (2,41 puta); debljina zrna-hlebna (1,68 puta) i durum (2,52 puta). Preovladavanje komponente varijanse usled interakcije genotip  $\times$  sredina ( $\sigma^2_{ge}$ ) u odnosu na genetičku komponentu varijanse ( $\sigma^2_g$ ) je utvrđeno za sledeće osobine: prinos zrna-hlebna (2,05 puta) i durum (2,02 puta); broj zrna po klasu-durum (8,72 puta); koeficijent produktivnog bokorenja-hlebna (1,36 puta) i durum (1,91 puta). Ekološka komponenta varijanse ( $\sigma^2_e$ ) je bila kod svih agronomskih osobina manja od  $\sigma^2_g$  i  $\sigma^2_{ge}$ , osim za broj zrna po klasu genotipova durum pšenice gde je bila veća od  $\sigma^2_g$ .

Heritabilnost u širem smislu je bila veoma visoka ( $> 90\%$ ) za sledeće osobine: masa hiljadu zrna (hlebna), visina biljke (hlebna i durum), dužina klasa (hlebna i durum), broj zrna po klasu (hlebna), dužina zrna (hlebna i durum), širina zrna (durum), debljina zrna (durum). Visoka heritabilnost u širem smislu sa vrednošću od 80-90% je dobijena za sledeće osobine: masa hiljadu zrna (durum), širina zrna (hlebna), koeficijent produktivnog bokorenja (hlebna). Umereno visoka heritabilnost u širem smislu (70-80%) je dobijena za sledeće osobine: prinos zrna (hlebna i durum) i koeficijent produktivnog bokorenja (durum). Niska heritabilnost u širem smislu ( $< 40\%$ ) je dobijena za broj zrna po klasu (durum).

Najmanje vrednosti za koeficijente genetičke i fenotipske varijacije su zabeležene za širinu zrna hlebne pšenice (2,2% i 2,4%). Najveće vrednosti za koeficijente genetičke i fenotipske varijacije su utvrđene za prinos zrna durum pšenice (21,3% i 24,7%).

Tabela 63. Komponente varijanse, heritabilnost u širem smislu i koeficijenti genetičke i fenotipske varijacije za agronomske osobine ispitivanih genotipova pšenice

| Osobina                            | Tip   | $\sigma^2_g$ | $\sigma^2_{ge}$ | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_f$ | $h^2$ (%) | $CV_g$ (%) | $CV_f$ (%) |
|------------------------------------|-------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------|------------|------------|
| Prinos zrna                        | hlebn | 259943       | 533009          | 91180        | 351123       | 74,0      | 7,3        | 8,5        |
|                                    | durum | 807434       | 1633413         | 273315       | 1080749      | 74,7      | 21,3       | 24,7       |
| Masa hiljadu zrna                  | hlebn | 14,05        | 2,89            | 0,52         | 14,57        | 96,4      | 9,5        | 9,7        |
|                                    | durum | 8,26         | 6,81            | 1,20         | 9,46         | 87,3      | 6,3        | 6,7        |
| Visina biljke                      | hlebn | 99,81        | 8,49            | 1,85         | 101,66       | 98,2      | 11,3       | 11,4       |
|                                    | durum | 21,16        | 11,28           | 2,18         | 23,33        | 90,7      | 6,4        | 6,8        |
| Dužina klasa                       | hlebn | 0,84         | 0,12            | 0,027        | 0,87         | 96,9      | 10,4       | 10,5       |
|                                    | durum | 0,23         | 0,09            | 0,020        | 0,25         | 92,3      | 6,6        | 6,9        |
| Broj zrna po klasu                 | hlebn | 10,28        | 2,18            | 0,42         | 10,70        | 96,1      | 7,8        | 7,9        |
|                                    | durum | 0,79         | 6,89            | 1,21         | 1,99         | 39,5      | 2,2        | 3,4        |
| Dužina zrna                        | hlebn | 0,173        | 0,006           | 0,002        | 0,175        | 99,1      | 6,9        | 6,9        |
|                                    | durum | 0,037        | 0,009           | 0,003        | 0,040        | 93,0      | 2,7        | 2,8        |
| Širina zrna                        | hlebn | 0,005        | 0,0048          | 0,00103      | 0,0060       | 83,0      | 2,2        | 2,4        |
|                                    | durum | 0,013        | 0,0054          | 0,00123      | 0,0140       | 91,3      | 3,6        | 3,8        |
| Debljina zrna                      | hlebn | 0,0052       | 0,0031          | 0,0007       | 0,0058       | 88,8      | 2,6        | 2,8        |
|                                    | durum | 0,0073       | 0,0029          | 0,0007       | 0,0081       | 90,8      | 2,9        | 3,0        |
| Koeficijent produktivnog bokorenja | hlebn | 0,025        | 0,034           | 0,006        | 0,031        | 80,7      | 9,0        | 10,0       |
|                                    | durum | 0,079        | 0,151           | 0,026        | 0,104        | 75,6      | 16,8       | 19,3       |

$\sigma^2_g$ -genetička varijansa;  $\sigma^2_{ge}$ -varijansa interakcije genotip  $\times$  sredina;  $\sigma^2_e$ -ekološka varijansa;  $\sigma^2_f$ -fenotipska varijansa;  $h^2$ -heritabilnost u širem smislu;  $CV_g$ -koeficijent genetičke varijacije,  $CV_f$ -koeficijent fenotipske varijacije

### 6.3.2. Hemijsko-tehnološke osobine pšenice

Komponente varijanse, heritabilnost u širem smislu i koeficijenti genetičke i fenotipske varijacije za hemijsko-tehnološke osobine su predstavljeni u tabeli 64. Veća genetička komponenta varijanse ( $\sigma_g^2$ ) u odnosu na komponentu varijanse usled interakcije genotip  $\times$  sredina ( $\sigma_{ge}^2$ ) je utvrđena za sledeće osobine: sadržaj neorganskog fosfora-hlebna (3,0 puta); odnos fitinskog i neorganskog fosfora-hlebna (2,08 puta) i durum (1,15); sadržaj  $\beta$ -karotena-hlebna (2,21 puta) i durum (1,69 puta); sadržaj ukupnih fenola-hlebna (1,36 puta). Odnos  $\sigma_g^2/\sigma_{ge}^2$  za sadržaj neorganskog fosfora za durum pšenicu je bio jednak jedinici. Preovladavanje komponente varijanse usled interakcije genotip  $\times$  sredina ( $\sigma_{ge}^2$ ) nad genetičkom komponentom ukupne varijanse ( $\sigma_g^2$ ) je utvrđeno za sledeće osobine: sadržaj fitinske kiseline-hlebna (1,68 puta) i durum (5,72 puta); sadržaj PSH-durum (3,70 puta); sadržaj rastvorljivih proteina-hlebna (13,06 puta) i durum (241,65 puta); sadržaj ukupnih fenola-durum (5,15 puta) i staklavost zrna-durum (1,90 puta). Ekološka komponenta varijanse ( $\sigma_e^2$ ) je bila kod svih hemijsko-tehnoloških osobina manja od  $\sigma_g^2$  i  $\sigma_{ge}^2$ , osim za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove hlebne i durum pšenice gde je bila veća od  $\sigma_g^2$ .

Heritabilnost u širem smislu je bila veoma visoka za sledeće osobine: sadržaj neorganskog fosfora (hlebna), odnos fitinskog i neorganskog fosfora (hlebna), sadržaj  $\beta$ -karotena (hlebna i durum). Visoka heritabilnost u širem smislu je dobijena za sledeće osobine: sadržaj neorganskog fosfora (durum), odnos fitinskog i neorganskog fosfora (durum), sadržaj ukupnih fenola (hlebna). Heritabilnost u širem smislu je bila umereno visoka za sledeće osobine: sadržaj fitinske kiseline (hlebna) i staklavost zrna (durum). Srednja heritabilnost u širem smislu (40-70%) je utvrđena za sledeće osobine: sadržaj fitinske kiseline (durum), sadržaj ukupnih fenola (durum) i PSH (durum). Niska heritabilnost u širem smislu ( $< 40\%$ ) je dobijena za sadržaj rastvorljivih proteina (hlebna i durum). Najmanja vrednost za koeficijent genetičke varijacije (0,7%) je utvrđena za rastvorljive proteine za genotipove durum pšenice. Najveća vrednost za koeficijent genetičke varijacije (14,3%) je zabeležena za sadržaj  $\beta$ -karotena kod genotipova durum pšenice. Najmanja vrednost za koeficijent fenotipske varijacije (3,6%) je utvrđena za sadržaj fitinske kiseline za genotipove durum pšenice. Najveća vrednost za koeficijent fenotipske varijacije (17,6%) je izračunata za sadržaj PSH kod genotipova durum pšenice.

Tabela 64. Komponente varijanse, heritabilnost u širem smislu i koeficijenti genetičke i fenotipske varijacije za hemijsko-tehnološke osobine ispitivanih genotipova pšenice

| Osobina                               | Tip    | $\sigma^2_g$ | $\sigma^2_{ge}$ | $\sigma^2_e$ | $\sigma^2_f$ | $h^2$ (%) | $CV_g$ (%) | $CV_f$ (%) |
|---------------------------------------|--------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------|------------|------------|
| Fitinska kiselina                     | hlebna | 0,630        | 1,062           | 0,179        | 0,809        | 77,9      | 5,4        | 6,2        |
|                                       | durum  | 0,138        | 0,789           | 0,135        | 0,273        | 50,5      | 2,6        | 3,6        |
| Neorganski fosfor                     | hlebna | 0,003        | 0,001           | 0,00017      | 0,003        | 93,7      | 13,2       | 13,7       |
|                                       | durum  | 0,001        | 0,001           | 0,00022      | 0,002        | 85,9      | 9,7        | 10,5       |
| Odnos fitinskog i neorganskog fosfora | hlebna | 1,395        | 0,670           | 0,11433      | 1,509        | 92,4      | 10,7       | 11,2       |
|                                       | durum  | 1,501        | 1,304           | 0,22108      | 1,722        | 87,2      | 11,0       | 11,7       |
| $\beta$ - karoten                     | hlebna | 0,296        | 0,134           | 0,024        | 0,319        | 92,6      | 14,1       | 14,6       |
|                                       | durum  | 0,367        | 0,217           | 0,038        | 0,405        | 90,7      | 14,3       | 15,0       |
| Ukupni fenoli                         | hlebna | 15182        | 11157           | 1894         | 17076        | 88,9      | 13,3       | 14,1       |
|                                       | durum  | 2359         | 12155           | 2051         | 4411         | 53,5      | 5,4        | 7,3        |
| Slobodne sulfhidrilne grupe proteina  | hlebna | -            | 307,00          | 52,93        | 29,82        | -         | -          | 6,7        |
|                                       | durum  | 135,93       | 504,25          | 84,97        | 220,90       | 61,5      | 13,8       | 17,6       |
| Rastvorljivi proteini                 | hlebna | 3,99         | 52,12           | 8,74         | 12,72        | 31,3      | 3,4        | 6,2        |
|                                       | durum  | 0,17         | 41,08           | 6,89         | 7,06         | 2,4       | 0,7        | 4,4        |
| Staklavost zrna                       | durum  | 10,47        | 19,85           | 4,39         | 14,86        | 71        | 3,9        | 4,6        |

$\sigma^2_g$ -genetička varijansa;  $\sigma^2_{ge}$ -varijansa interakcije genotip  $\times$  sredina;  $\sigma^2_e$ -ekološka varijansa;  $\sigma^2_f$ -fenotipska varijansa;  $h^2$ -heritabilnost u širem smislu;  $CV_g$ -koeficijent genetičke varijacije,  $CV_f$ -koeficijent fenotipske varijacije

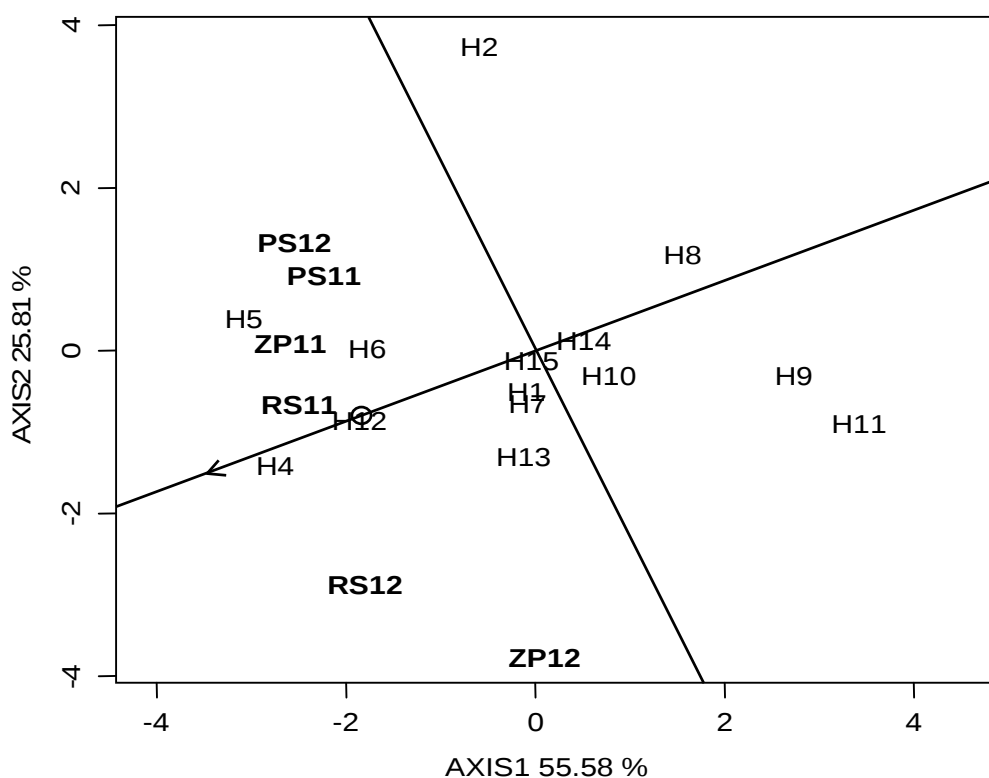
#### 6.4. Stabilnost genotipova pšenice procenjena GGE biplotom

Koordiniranje kroz prosečnu sredinu-„average-environment coordination” (AEC) je tip GGE biplota za istovremenu procenu prosečne vrednosti i stabilnosti testiranih genotipova, i dobijen je primenom SREG modela. AEC apscisa je linija koja prolazi kroz koordinatni početak biplota i prosečnu sredinu-predstavljenu malim krugom na kraju strelice, sa prosečnim koordinatama (PC1 i PC2 ocenama) svih sredina (Branković, 2010). AEC apscisa dobijenog biplota ukazuje na prosečnu vrednost genotipa u jednom smeru, jer projekcije markera genotipova na ovu liniju predstavljaju glavni efekat genotipa (G) (Yan i Tinker, 2006). Stoga, AEC apscisa rangira genotipove prema prosečnim vrednostima, i njihovo rangiranje na AEC apscisi je visoko korelisano sa G. Dužina AEC vektora je bila dovoljna da bi se genotipovi ocenili na osnovu prosečne vrednosti za sve prikazane osobine. AEC ordinata je linija koja je normalna na AEC apscisu i prolazi kroz koordinatni početak biplota. AEC ordinata ukazuje na doprinos genotipa GE efektu, i stoga služi za procenu genotipske stabilnosti. Stabilnost genotipova pšenice je ocenjena na osnovu projekcije njihovih markera na AEC ordinatu, jer što je veća apsolutna dužina projekcije genotipa, to je on manje stabilan. Prema Yan (2001) idealni genotipovi bi trebalo da imaju velike projekcije svojih markera na AEC apscisu da bi imali veću prosečnu vrednost, i male, poželjno nulte projekcije na AEC ordinatu da bi imali visoku stabilnost.

##### 6.4.1. Fitinska kiselina

GGE biplot prikazuje 81,39% ukupne  $G + GE$  varijanse za sadržaj fitinske kiseline za set genotipova hlebne pšenice (grafikon 18). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj fitinske kiseline su bili H4, H5, H12, H6, H13, H7, H1 i H15. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj fitinske kiseline su bili H2, H14, H10, H8, H9 i H11. Najstabilniji genotipovi su bili H12, H15, H14 i ostvarili su najkonzistentnije prosečne vrednosti za sadržaj fitinske kiseline kroz sve sredine. Najmanje stabilni genotipovi su bili: H2 i H11. H2 je imao manje prosečne vrednosti za sadržaj fitinske kiseline od očekivanih-prosečnih vrednosti u RS12 i ZP12, dok je u PS12, PS11, ZP11, RS11 imao više prosečne vrednosti od očekivanih. H11 je imao veće prosečne vrednosti za sadržaj fitinske kiseline od očekivanih-prosečnih

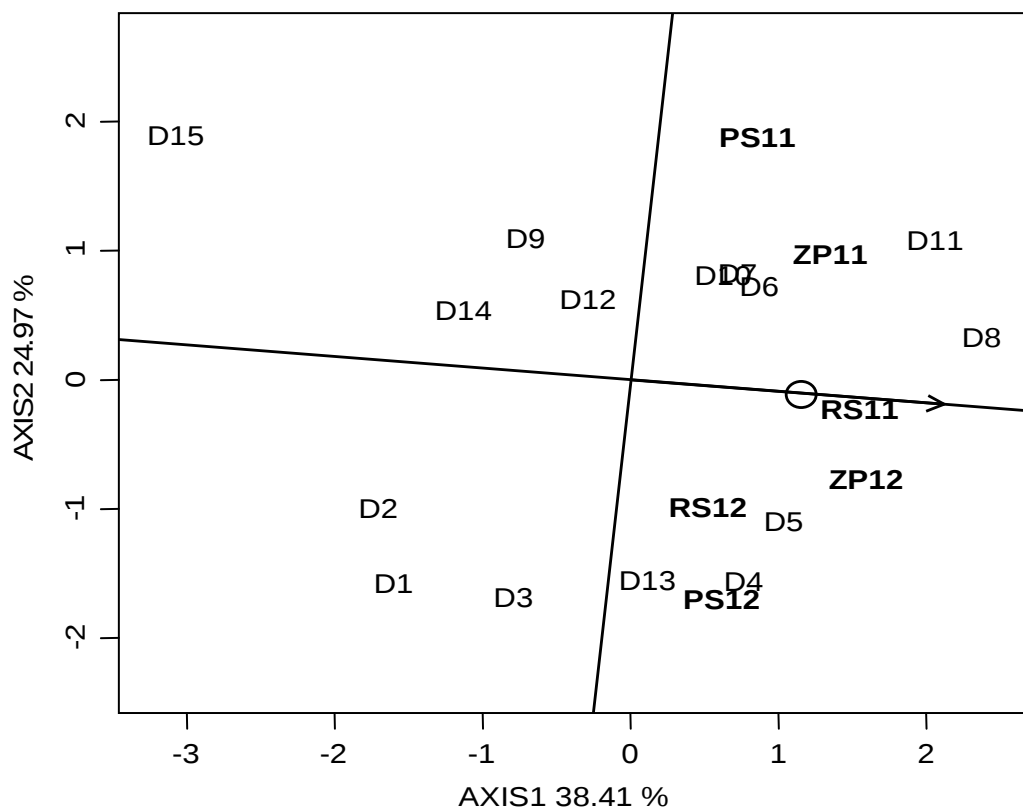
vrednosti u RS12 i ZP12, dok je u PS12, PS11, ZP11, RS11 imao manje prosečne vrednosti od očekivanih. Genotip H4 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem fitinske kiseline i visokom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem fitinske kiseline i dobrom stabilnošću bio H8.



Grafikon 18. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj fitinske kiseline prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

Na GGE biplotu je prikazano 63,38% ukupne G + GE varijanse za sadržaj fitinske kiseline za set genotipova durum pšenice (grafikon 19). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj fitinske kiseline su bili D8, D11, D5, D4, D6, D7, D13 i D10. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj fitinske kiseline su bili D12, D3, D1, D2, D14, D9 i D15. Najstabilniji genotip je bio D14 sa najkonzistentnijom prosečnom vrednošću za sadržaj fitinske kiseline kroz sve sredine. Najmanje stabilni genotipovi su bili: D15, D1 i D3. D15 je imao sadržaj fitinske kiseline manji od očekivanog u sredinama RS11, RS12, ZP12, PS12 i viši od očekivanog u sredinama ZP11 i PS11. Genotipovi D1 i D3 su imali prosečan sadržaj fitinske kiseline veći od očekivanog u sredinama RS11, RS12, ZP12, PS12 i manji od

očekivanog u sredinama ZP11 i PS11. Genotip D8 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem fitinske kiseline i visokom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem fitinske kiseline i dobrom stabilnošću bio D14.

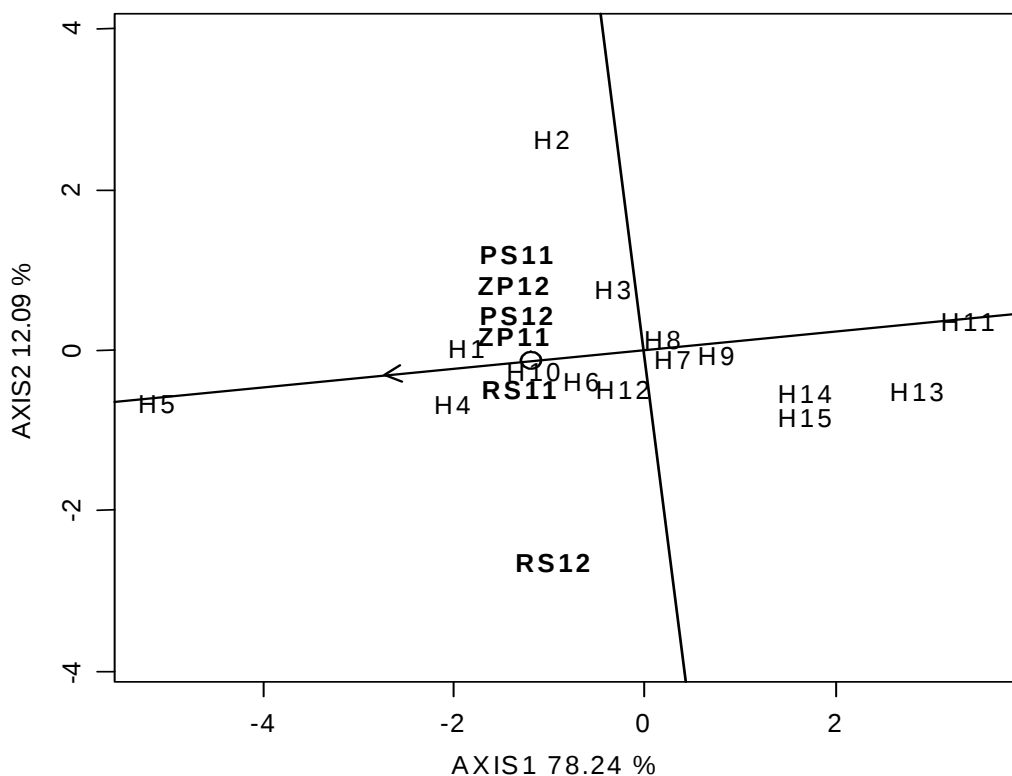


Grafikon 19. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj fitinske kiseline prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

#### 6.4.2. Neorganski fosfor

GGE biplot prikazuje 90,33% ukupne G + GE varijanse za sadržaj neorganskog fosfora za set genotipova hlebne pšenice (grafikon 20). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora su bili H5, H4, H1, H10, H6, H12, H3 i H2. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora su bili H8, H7, H9, H14, H15, H13 i H11. Najstabilniji genotipovi su bili H11 i H5 i imali su najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio H2 i ostvario je višu prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora od očekivane vrednosti u sredinama ZP11, ZP12, PS11 i

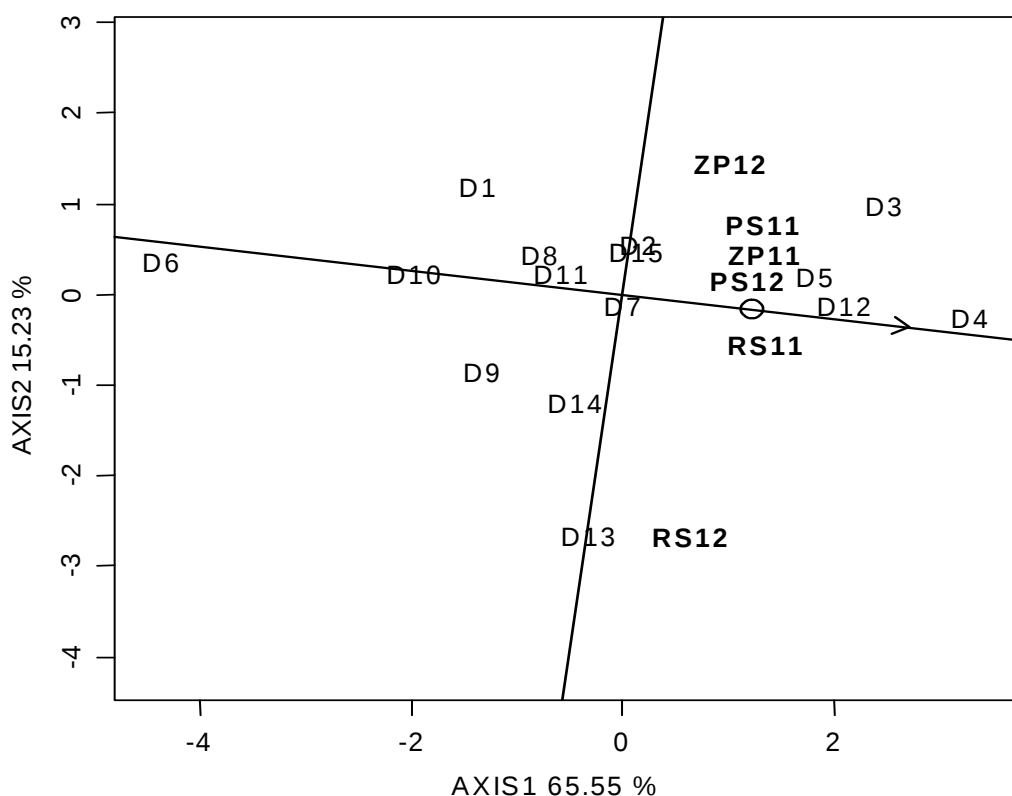
PS12 i manju od očekivanih vrednosti u RS11 i RS12. Genotip H5 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem neorganskog fosfora i visokom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem neorganskog fosfora i dobrom stabilnošću bio H11.



Grafikon 20. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj neorganskog fosfora prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

Na GGE biplotu je prikazano 80,78% ukupne  $G + GE$  varijanse za sadržaj neorganskog fosfora za set genotipova durum pšenice (grafikon 21). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora su bili D4, D12, D3 i D5. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora su bili D14, D11, D8, D9, D10, D1 i D6. Genotipovi sa vrednošću bliskom proseku su bili: D2, D15, D7 i D13. Najstabilniji genotip je bio D10 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj neorganskog fosfora kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio D13, i ostvario je niže prosečne vrednosti za sadržaj neorganskog fosfora od očekivanih u sredinama ZP11, ZP12, PS11 i PS12, dok je više prosečne vrednosti od očekivanih ostvario u sredinama RS11 i RS12. Genotip D4 je bio najpoželjniji pri

istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem neorganskog fosfora i visokom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem neorganskog fosfora i dobrom stabilnošću bio D6.

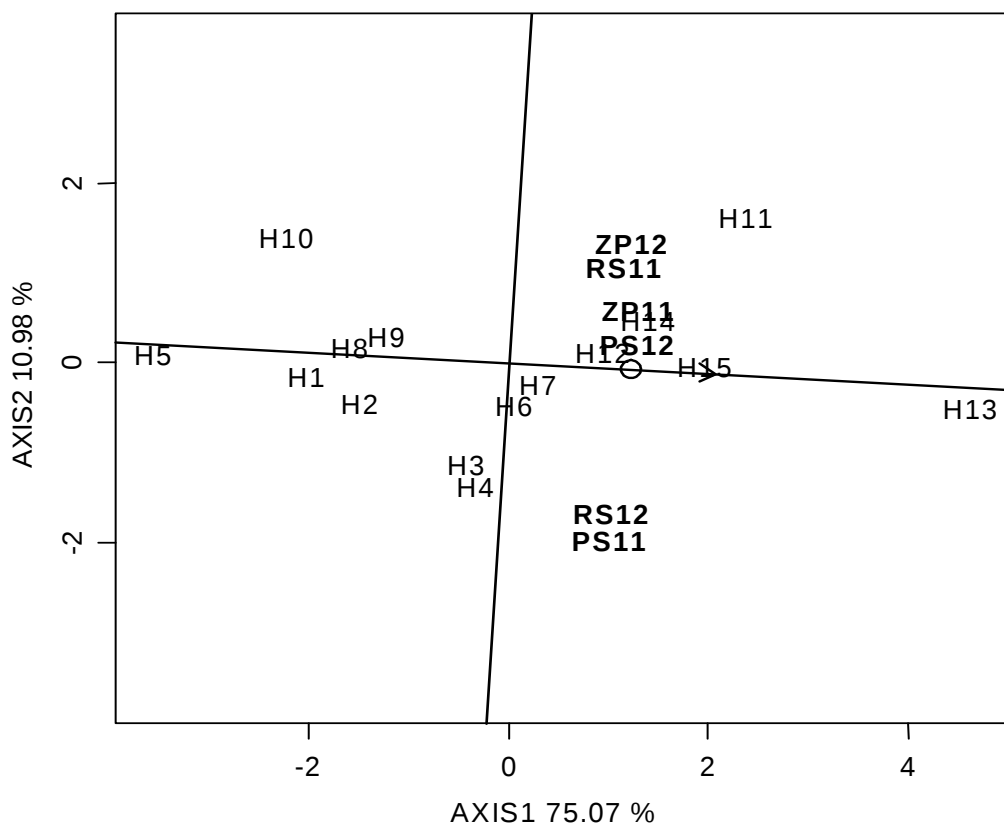


Grafikon 21. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj neorganskog fosfora prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

#### 6.4.3. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora

GGE biplot prikazuje 86,05% ukupne G + GE varijanse za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za set genotipova hlebne pšenice (grafikon 22). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora su bili H13, H15, H11, H12, H7 i H14. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora su bili H3, H4, H2, H1, H8, H9, H10 i H5. Genotip sa vrednošću bliskom proseku je bio H6. Najstabilniji genotipovi su bili: H5, H15 i H8 i imali su najkonzistentniju prosečnu vrednost za odnos fitinskog i neorganskog fosfora kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio H11, i on je imao prosečnu vrednost odnosa fitinskog i neorganskog fosfora veću od očekivane u

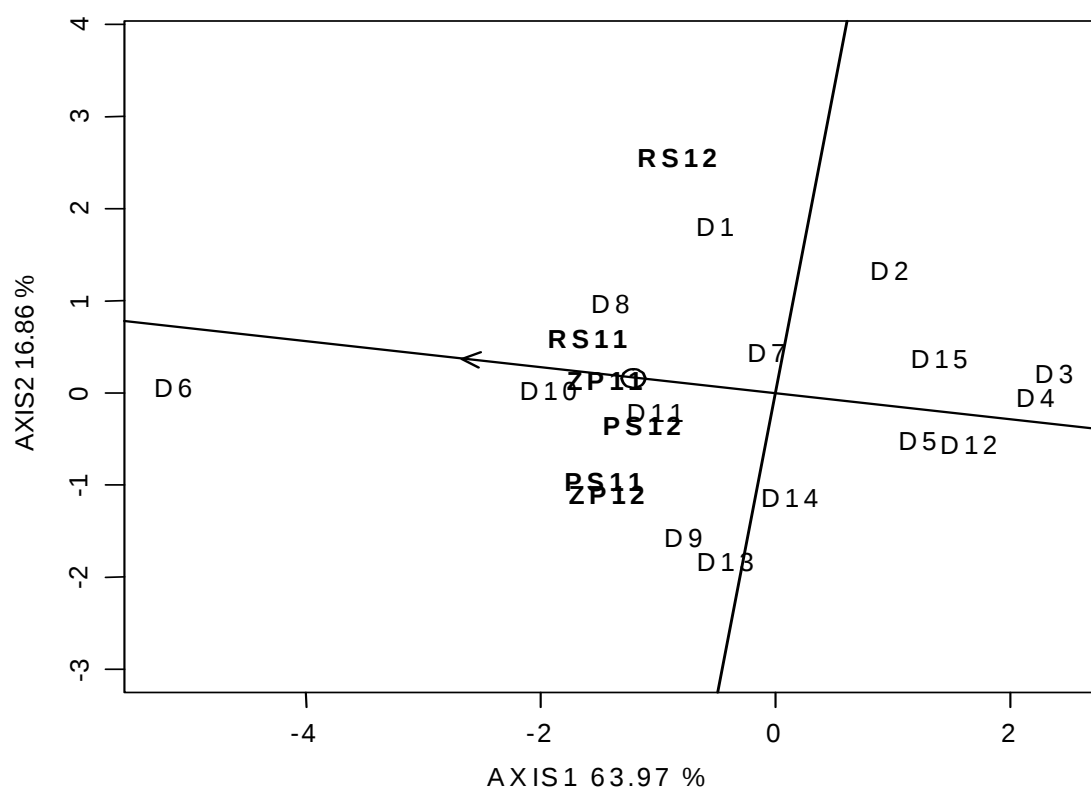
sredinama RS11, ZP11, ZP12 i PS12, dok je prosečna vrednost za odnos fitinskog i neorganskog fosfora u sredinama PS11 i RS12 bila manja od očekivane. Genotip H13 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa velikom vrednošću za odnos fitinskog i neorganskog fosfora i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa malom vrednošću za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora i dobrom stabilnošću bio H5.



Grafikon 22. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

Na GGE biplotu je prikazano 80,83% ukupne G + GE varijanse za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za set genotipova durum pšenice (grafikon 23). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora su bili D9, D7, D11, D10, D8, D1 i D6. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za odnos fitinskog i neorganskog fosfora su bili D3, D4, D12, D5, D15, D2, i D14. Genotip sa vrednošću bliskom proseku je bio D13. Najstabilniji genotipovi su bili: D4 i

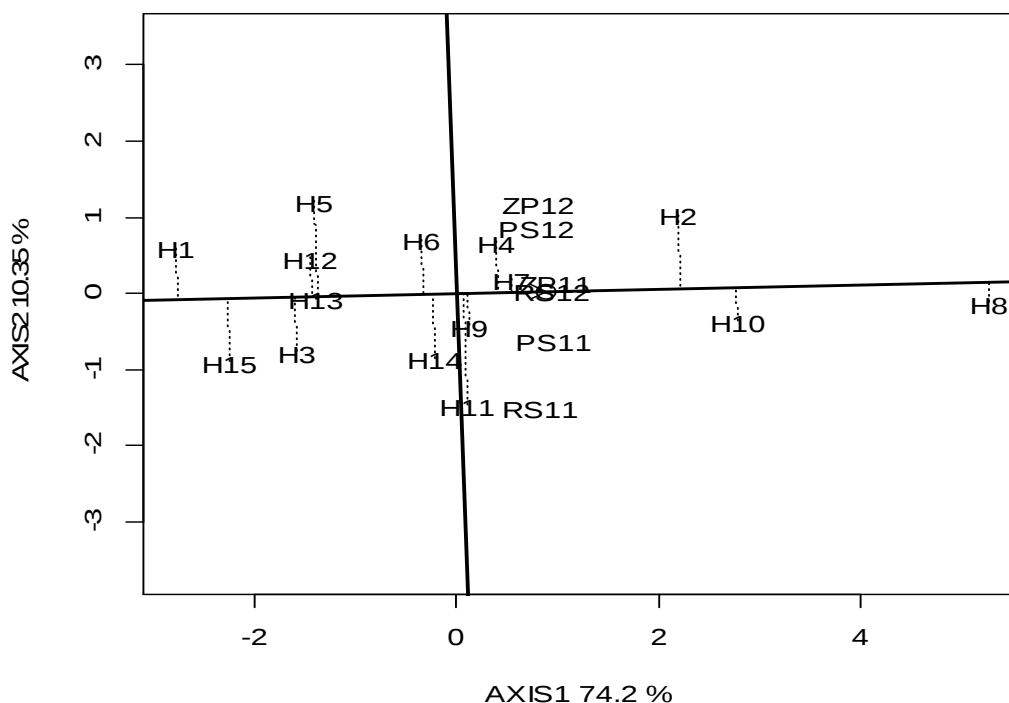
D10 i imali su najkonzistentniju prosečnu vrednost za odnos fitinskog i neorganskog fosfora kroz sve sredine. Najmanje stabilni genotipovi su bili: D1, D13 i D2. Genotipovi D1 i D2 su imali veću prosečnu vrednost od očekivane za odnos fitinskog i neorganskog fosfora u sredinama RS11 i RS12, dok su u sredinama PS11, PS12 i ZP12 imali prosečnu vrednost manju od očekivane. Genotip D13 je imao manju prosečnu vrednost od očekivane za odnos fitinskog i neorganskog fosfora u sredinama RS11 i RS12, dok je u sredinama PS11, PS12 i ZP12 imao prosečnu vrednost veću od očekivane. Genotipovi D1, D2 i D13 su ostvarili u ZP11 prosečne vrednosti odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor bliske proseku sredine. Genotip D10 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa velikom vrednošću za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa malom vrednošću za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora i dobrom stabilnošću bio D4.



Grafikon 23. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

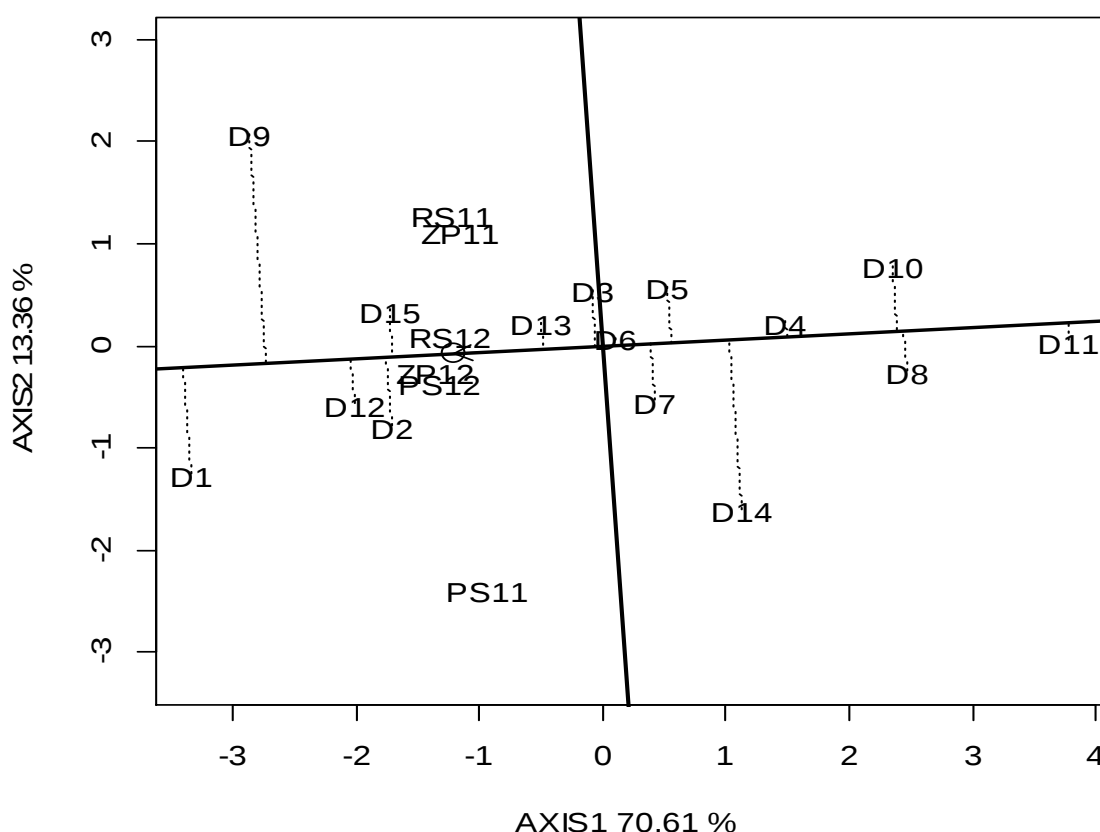
#### 6.4.4. $\beta$ -karoten

GGE biplot prikazuje 84,56% ukupne G + GE varijanse za sadržaj  $\beta$ -karotena za set genotipova hlebne pšenice (grafikon 24). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena su bili H8, H10, H2, H7, i H4. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena su bili H6, H14, H3, H13, H12, H5, H15 i H1. Genotipovi sa vrednošću bliskom proseku su bili H9 i H11. Najstabilniji genotip je bio H13 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena kroz sve sredine. Najmanje stabilni genotipovi su bili: H11 i H5. H5 je imao prosečnu vrednost sadržaja  $\beta$ -karotena manju od očekivane u sredinama PS11 i RS11, dok je u sredinama ZP12 i PS12 imao veću prosečnu vrednost od očekivane. H11 je imao prosečnu vrednost sadržaja  $\beta$ -karotena veću od očekivane u sredinama PS11 i RS11, dok je u sredinama ZP12 i PS12 imao manju od očekivane. U sredinama RS11 i ZP12 i H11 i H5 su imali prosečnu vrednost sadržaja  $\beta$ -karotena blisku proseku sredina. Genotip H8 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem  $\beta$ -karotena i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem  $\beta$ -karotena i zadovoljavajućom stabilnošću bio H1.



Grafikon 24. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj  $\beta$  karotena prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

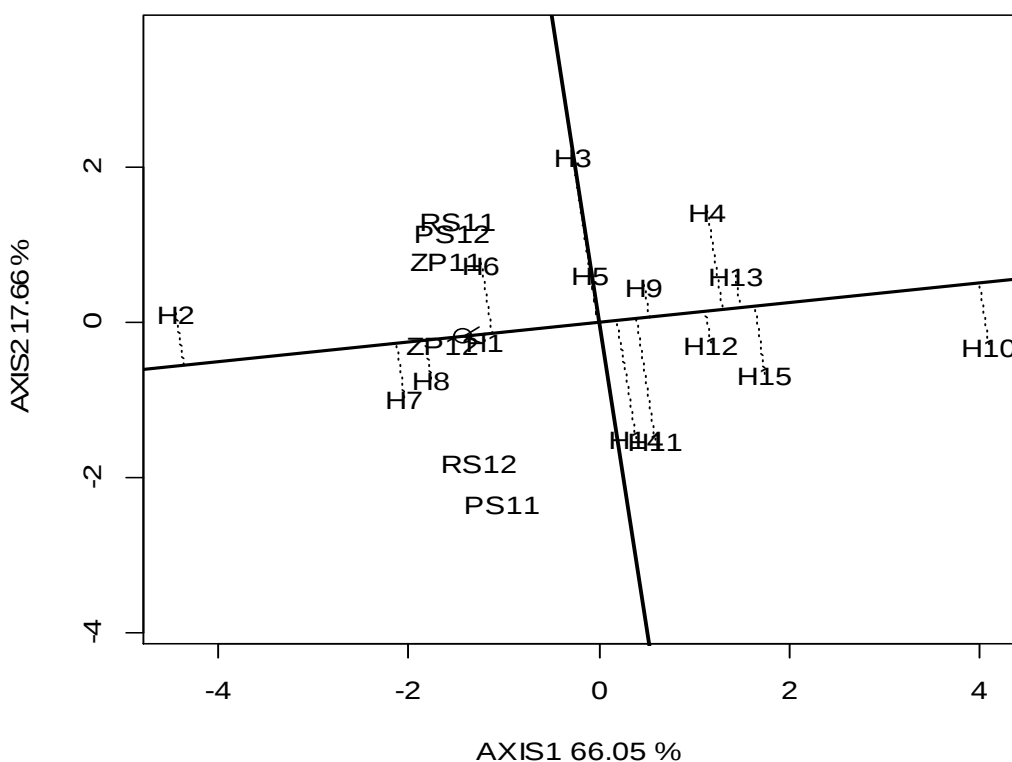
Na GGE biplotu je prikazano 83,97% ukupne G + GE varijanse za sadržaj  $\beta$ -karotena za set genotipova durum pšenice (grafikon 25). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena su bili D1, D9, D12, D2, D15 i D13. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena su bili D5, D7, D4, D14, D10, D8 i D11. Genotipovi sa vrednošću bliskom proseku su bili D3 i D6. Najstabilniji genotipovi su bili: D6 i D4 i imali su najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj  $\beta$ -karotena kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio D9, koji je imao prosečnu vrednost sadržaja  $\beta$ -karotena veću od očekivane u sredinama RS11, RS12 i ZP11, i manju od očekivane u sredinama PS11, PS12 i ZP12. Genotip D12 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem  $\beta$ -karotena i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem  $\beta$ -karotena i zadovoljavajućom stabilnošću bio D11.



Grafikon 25. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj  $\beta$  karotena prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

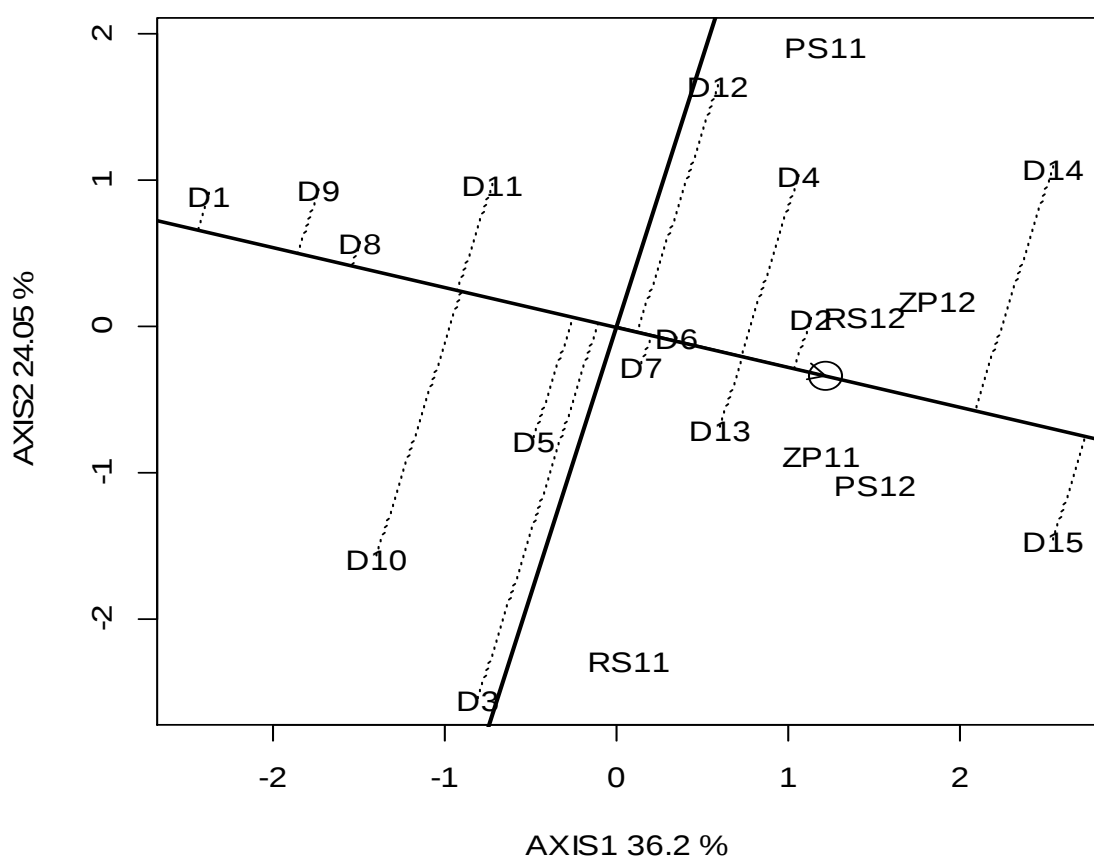
#### 6.4.5. Ukupni fenoli

GGE biplotom je prikazano 83,71% ukupne G + GE varijanse za sadržaj ukupnih fenola za set genotipova hlebne pšenice (grafikon 26). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj ukupnih fenola su bili H2, H7, H8, H6, i H11. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj ukupnih fenola su bili H9, H12, H13, H15, H4, H10, i H1. Genotipovi sa vrednošću bliskom proseku su bili H3, H5 i H14. Najstabilniji genotip je bio H11 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj ukupnih fenola kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio H3, koji je ostvario prosečnu vrednost sadržaja fenola veću od očekivane u sredinama ZP11, RS11 i PS12, dok je u sredinama PS11 i RS12 ostvario manju prosečnu vrednost od očekivane. U sredini ZP12 genotip H3 je imao prosečnu vrednost sadržaja fenola blisku proseku sredine. Genotip H2 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem ukupnih fenola i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem ukupnih fenola i zadovoljavajućom stabilnošću bio H10.



Grafikon 26. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj ukupnih fenola prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

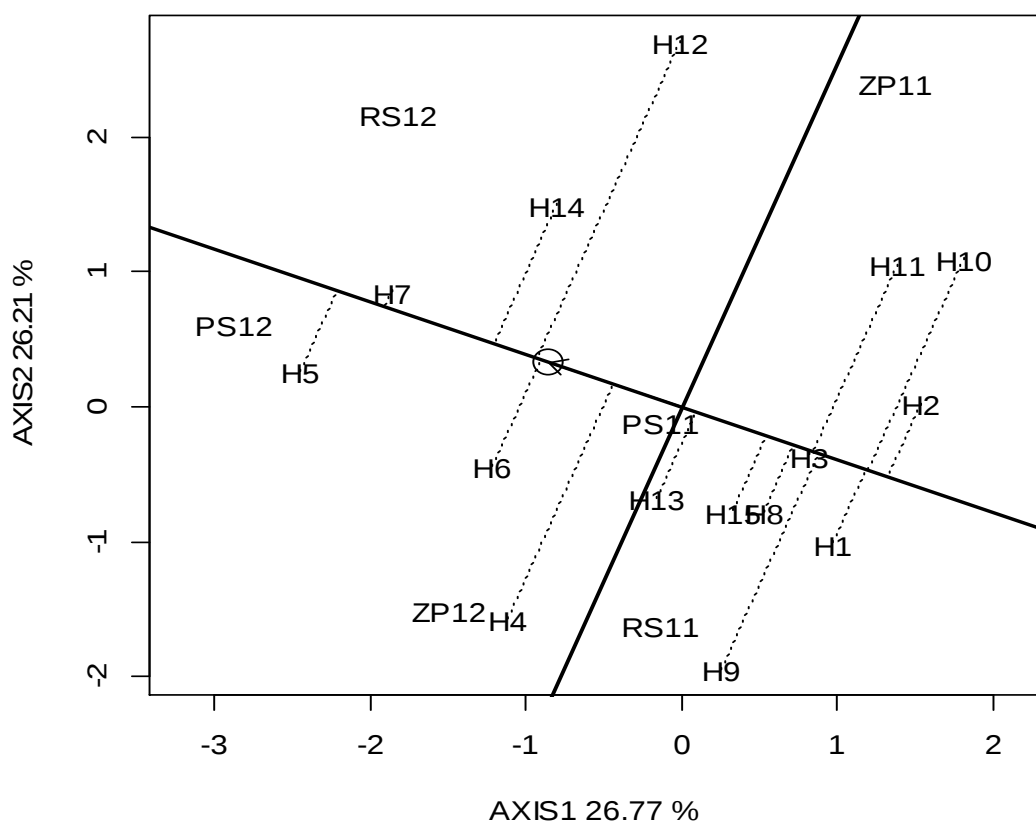
Na GGE biplotu je prikazano 60,25% ukupne G + GE varijanse za sadržaj ukupnih fenola za set genotipova durum pšenice (grafikon 27). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj ukupnih fenola su bili D15, D14, D2, D13, D4, D6, D7, i D12. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj ukupnih fenola su bili D3, D5, D10, D11, D8, D9 i D1. Najstabilniji genotip je bio D6 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj ukupnih fenola kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio D3, koji je ostvario prosečnu vrednost sadržaja fenola manju od očekivane u sredinama PS11, ZP12 i RS12, dok je u sredinama RS11, ZP11 i PS12 ostvario prosečnu vrednost veću od očekivane. Genotip D2 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem ukupnih fenola i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem ukupnih fenola i zadovoljavajućom stabilnošću bio D1.



Grafikon 27. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj ukupnih fenola prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

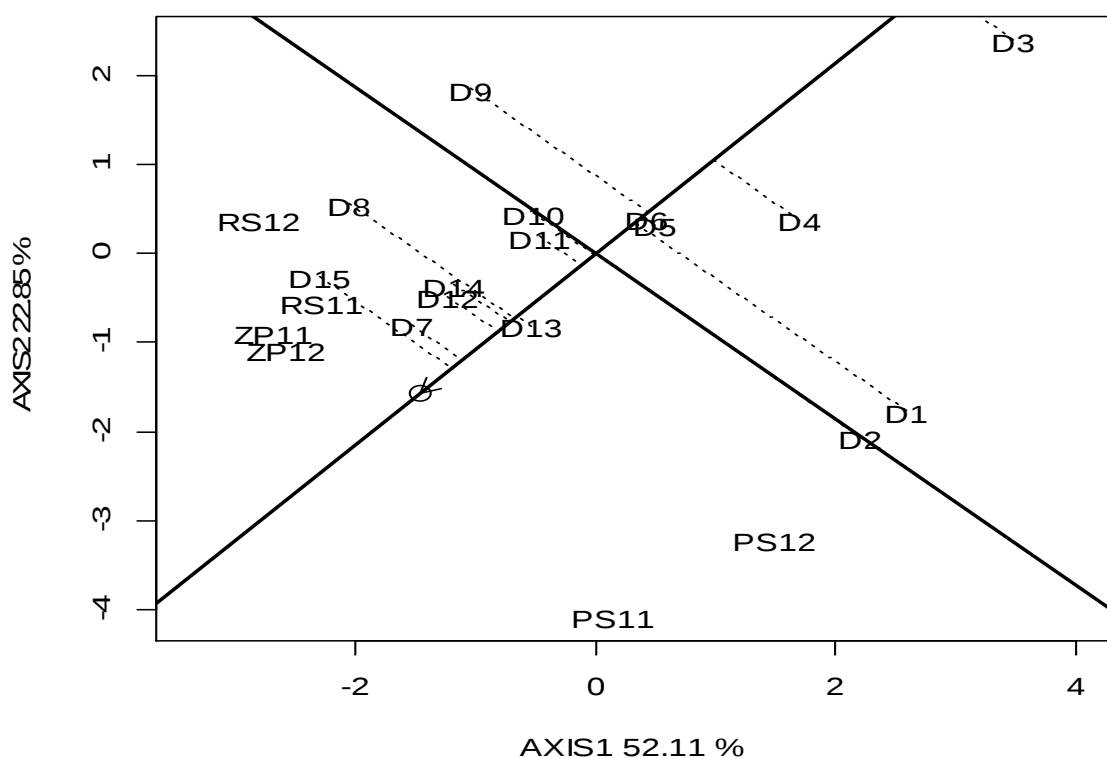
#### 6.4.6. Slobodne sulfhidrilne grupe proteina (PSH)

GGE biplotom je prikazano 52,98% ukupne G + GE varijanse za sadržaj PSH za genotipove hlebne pšenice (grafikon 28). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj PSH su bili H5, H7, H14, H12, H6 i H4. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj PSH su bili H2, H1, H10, H9, H11, H1, H3 i H8. Genotip sa vrednošću bliskom proseku je bio H13. Najstabilniji genotip je bio H3 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj PSH kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio H12, koji je imao prosečni sadržaj PSH manji od očekivanog u sredinama RS11, PS11, PS12, i ZP12, dok je u sredinama ZP11 i RS12 sadržaj PSH bio veći od očekivanog. Genotip H7 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem PSH i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem PSH i zadovoljavajućom stabilnošću bio H2.



Grafikon 28. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

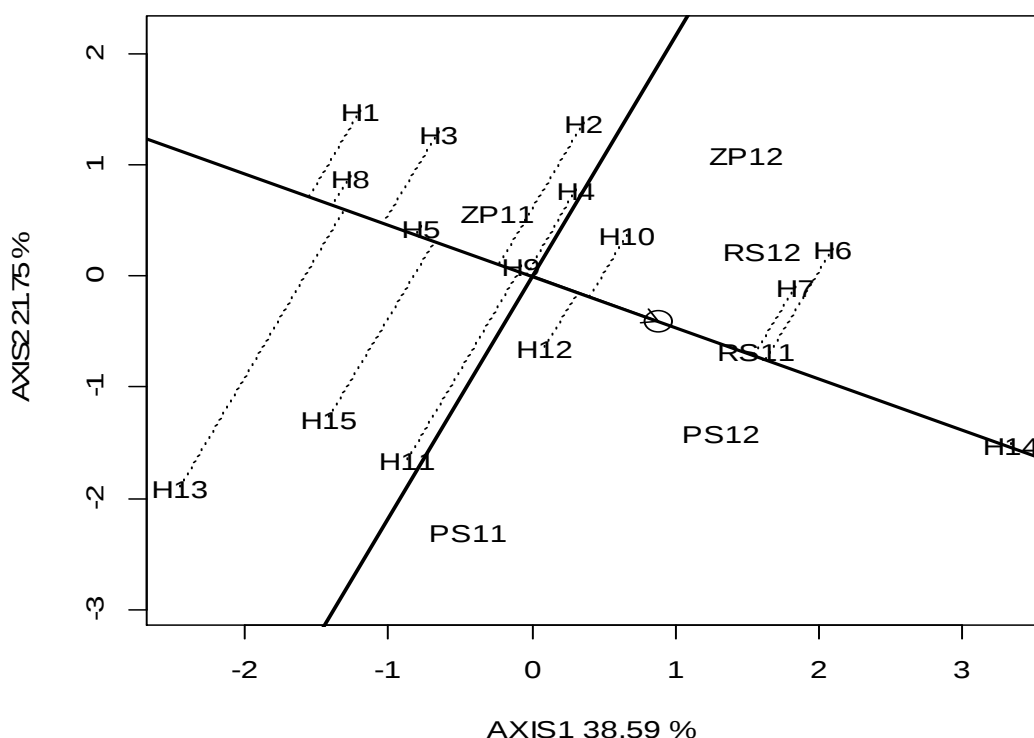
Na GGE biplotu je prikazano 74,96% ukupne G + GE varijanse za sadržaj PSH za genotipove durum pšenice (grafikon 29). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj PSH su bili D15, D7, D12, D14, D8, D13 i D11. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj PSH su bili D3, D4, D9, D1, D6, i D5. Genotipovi sa vrednostima bliskom proseku su bili D10 i D2. Najstabilniji genotipovi su bili D13, D5 i D6 i imali su najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj PSH kroz sve sredine. Najmanje stabilni genotipovi su bili: D2 i D1, koji su imali prosečni sadržaj PSH veći od očekivanog u sredinama PS11 i PS12, dok su u sredinama RS11, RS12, ZP11, i ZP12 imali prosečni sadržaj PSH manji od očekivanog. Genotip D7 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem PSH i dobrom stabilnošću, dok su genotipovi sa niskim sadržajem PSH i zadovoljavajućom stabilnošću bili D5 i D6.



Grafikon 29. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za slobodne sulfhidrilne grupe proteina prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

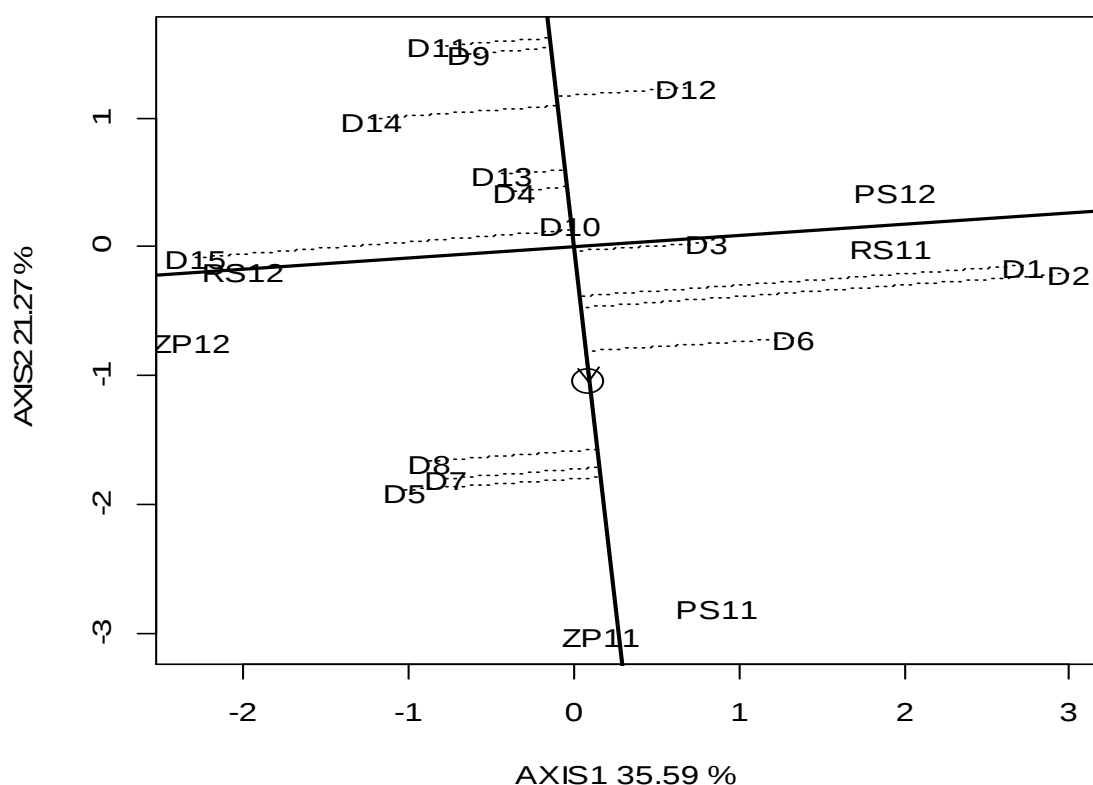
#### 6.4.7. Rastvorljivi proteini

GGE biplot prikazuje 60,34% ukupne G + GE varijanse za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove hlebne pšenice (grafikon 30). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina su bili H14, H6, H7, H10, i H12. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina su bili H9, H2, H5, H15, H13, H3, H8 i H1. Genotipovi sa vrednošću bliskom proseku su bili H11 i H4. Najstabilniji genotipovi su bili H5, H9 i H14 i imali su najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio H13, koji je ostvario prosečnu vrednost sadržaja rastvorljivih proteina veću od očekivane u sredinama PS11 i PS12, i manju od očekivane u sredinama ZP11, ZP12 i RS12, dok je u sredini RS11 imao prosečnu vrednost sadržaja rastvorljivih proteina blisku proseku sredine. Genotip H14 je bio najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokim sadržajem rastvorljivih proteina i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskim sadržajem rastvorljivih proteina i zadovoljavajućom stabilnošću bio H8.



Grafikon 30. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj rastvorljivih proteina prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova hlebne pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

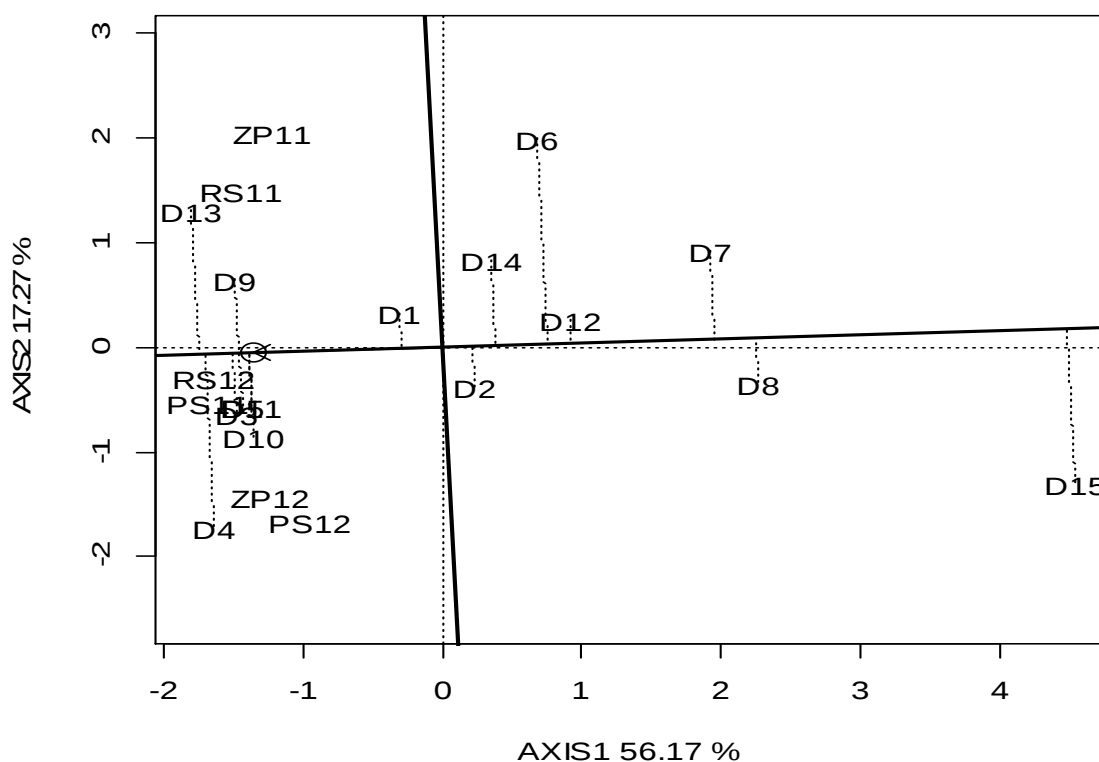
Na GGE biplotu je prikazano 56,86% ukupne G + GE varijanse za sadržaj rastvorljivih proteina za genotipove durum pšenice (grafikon 31). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina su bili D1, D2, D6, D8, D7, i D5. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina su bili D10, D15, D4, D13, D14, D12, D11 i D9. Genotip sa vrednošću bliskom proseku je bio D3. Najstabilniji genotip je bio D10 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za sadržaj rastvorljivih proteina kroz sve sredine. Najmanje stabilni genotipovi su bili D1 i D2, koji su imali prosečnu vrednost sadržaja rastvorljivih proteina veću od očekivane u sredinama PS11, PS12, i RS11, manju od očekivane u sredinama ZP12 i RS12, dok su u sredini ZP11 imali prosečnu vrednost sadržaja rastvorljivih proteina blisku proseku sredine. Genotip sa niskim sadržajem rastvorljivih proteina i zadovoljavajućom stabilnošću je bio D9.



Grafikon 31. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za sadržaj rastvorljivih proteina prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih lokaliteta. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

#### 6.4.8. Staklavost zrna

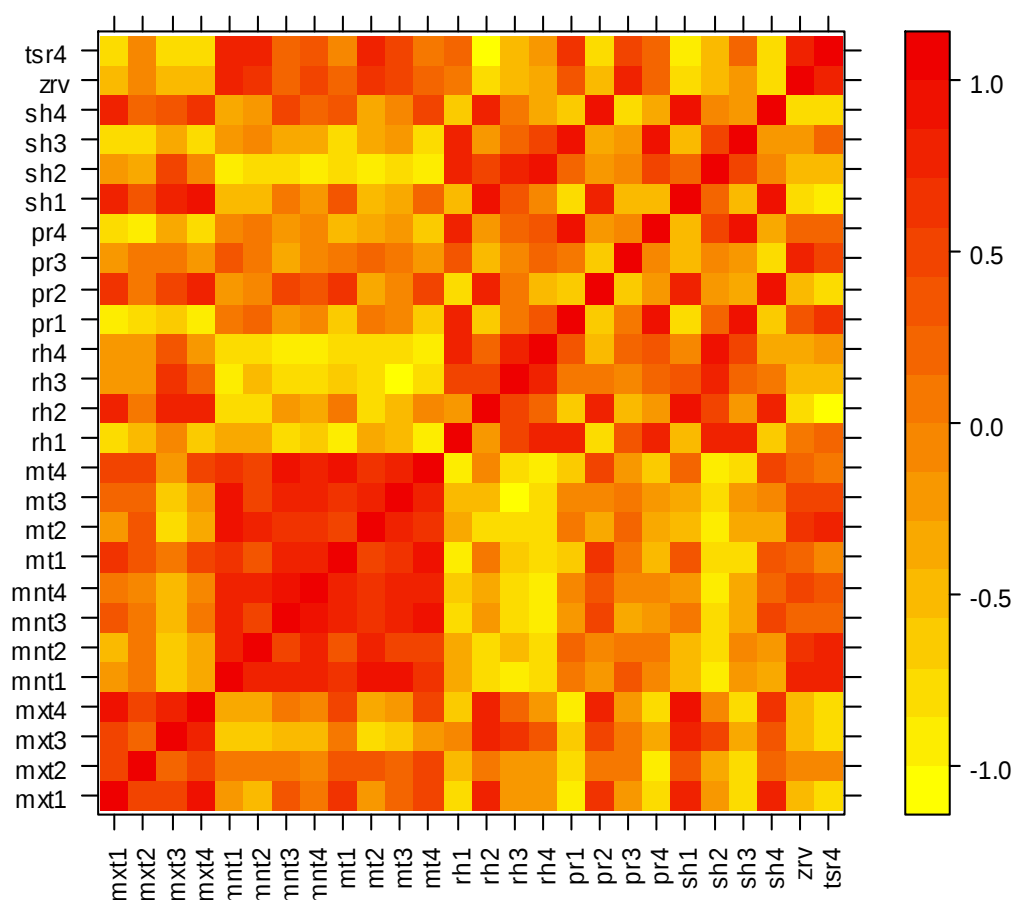
GGE biplot prikazuje 73,44% ukupne G + GE varijanse za staklavost zrna za genotipove durum pšenice (grafikon 32). Genotipovi koji su imali iznad-prosečnu vrednost za staklavost zrna su bili D13, D4, D3, D10, D9, D1, D11, i D5. Genotipovi koji su imali ispod-prosečnu vrednost za staklavost zrna su bili D2, D14, D6, D12, D7, D8 i D15. Najstabilniji genotip je bio D12 i imao je najkonzistentniju prosečnu vrednost za staklavost zrna kroz sve sredine. Najmanje stabilan genotip je bio D6, koji je imao prosečnu vrednost staklavosti zrna veću od očekivane u sredinama RS11 i ZP11, i manju od očekivane u sredinama PS11, RS12, ZP12 i PS12. Genotipovi D5 i D11 su bili najpoželjniji pri istovremenom odabiru genotipa sa visokom staklavošću zrna i dobrom stabilnošću, dok je genotip sa niskom staklavošću zrna i zadovoljavajućom stabilnošću bio D8.



Grafikon 32. Biplot koordiniranja kroz prosečnu sredinu (AEC) za staklavost prikazuje prosečnu vrednost i stabilnost genotipova durum pšenice u setu ispitivanih sredina. Detalji za genotipove i sredine su dati u tabelama 1, 2 i 3.

### 6.5. Uticaj klimatskih faktora na interakciju genotip $\times$ sredina procenjen faktorijalnom višestrukom regresijom

Primenjena je višestruka faktorijalna regresija koja je sledila „forward” proceduru pri izboru kovarijabli. Kolor mapa prosečnih Pearson-ovih koeficijenata korelacije parova klimatskih varijabli merenih na ispitivanim lokalitetima u toku 2010-2011. i 2011-2012 godine je prikazana na grafikonu 33.



Grafikon 33. Kolor mapa prosečnih Pearson-ovih koeficijenata korelacije parova klimatskih varijabli merenih na ispitivanim lokalitetima u toku 2010-2011. i 2011-2012 godine. Legenda na desnoj strani dijagrama prikazuje stepen korelacije. Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3.

### 6.5.1. Fitinska kiselina

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (rh4, sh2, mt2, zrv) za hlebnu pšenicu i model (pr4, pr3, mxt2, mt4) za durum pšenicu, sa kojima je suma kvadrata interakcije za sadržaj fitinske kiseline iznosila 91,8% (hlebna pšenica) i 93% (durum pšenica) na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ), koristeći 14 stepeni slobode (tabele 65 i 66). U modelima kojima su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 65 i 66). Modelom koji je uključivao samo srednje temperature (mt) dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (89,2%), a najmanji za model gde su analizirane padavine (77,9%) za hlebnu pšenicu (tabela 65). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt1 (32,0%); minimalnih temperatura-mnt3 (33,8%); srednjih temperatura-mt4 (34,4%); suma padavina-pr3 (32,1%); relativne vlažnosti vazduha-rh4 (36,2%); dužina trajanja osunčanosti-sh1 (27,1%) (tabela 65). Za mart najvažnija varijabla je bila relativna vlažnost vazduha (30,7%), za april suma padavina (29,2%), za maj minimalna temperatura (33,8%) i relativna vlažnost vazduha (36,2%) za jun (tabela 65).

Tabela 65. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj fitinske kiseline za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | rh4 (36,2); sh2 (32,2); mt2 (14,0); zrv (9,4)      | 8,2     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt1 (32,0); mxt4 (22,2); mxt3 (21,1); mxt2 (12,1) | 12,5    |
| mnt                            | mnt3 (33,8); mnt1 (18,7); mnt4 (16,4); mnt2 (9,9)  | 21,1    |
| mt                             | mt4 (34,4); mt2 (27,6); mt3 (15,5); mt1 (11,7)     | 10,8    |
| pr                             | pr3 (32,1); pr2 (17,1); pr4 (16,1); pr1 (12,5)     | 22,1    |
| rh                             | rh4 (36,2); rh2 (32,5); rh1 (12,0); rh3 (9,1)      | 10,2    |
| sh                             | sh1 (27,1); sh2 (26,1); sh4 (21,5); sh3 (13,1)     | 12,2    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | rh (30,7); pr (20,2); sh (18,4); mnt (17,1)        | 13,7    |
| April                          | pr (29,2); sh (26,5); mnt (23,9); mxt (11,2)       | 9,2     |
| Maj                            | mnt (33,8); pr (20,7); rh (19,9); sh (11,0)        | 14,6    |
| Jun                            | rh (36,2); mt (23,2); sh (15,0); mnt (15,0)        | 10,7    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo sumu padavina (pr) dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (83,1%), a najmanji za model gde su analizirane minimalne temperature (72,3%) za durum pšenicu (tabela 66). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt2 (35,0%); minimalnih temperatura-mnt1 (33,6%); srednjih temperatura-mt4 (24,5%); suma padavina-pr4 (35,6%); relativne vlažnosti vazduha-rh1 (31,7%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (28,2%) (tabela 66). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije dobijen je za april (93,9%), a najmanji za mart (88,3%) (tabela 66). Za mart najvažnija varijabla je bila relativna vlažnost vazduha (31,7%), za april maksimalna temperatura (35,0%), za maj i jun suma padavina (29,7% i 35,6%) (tabela 66).

Tabela 66. Model višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj fitinske kiseline za durum pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                            | Ostatak |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | pr4 (35,6); pr3 (30,7); mxt2 (17,0); mt4 (9,6)    | 7,0     |
| Varijable po tipu              |                                                   |         |
| mxt                            | mxt2 (35,0); mxt1 (20,7); mxt4 (17,4); mxt3 (9,3) | 17,7    |
| mnt                            | mnt1 (33,6); mnt3 (22,1); mnt4 (11,4); mnt2 (5,3) | 27,7    |
| mt                             | mt4 (24,5); mt2 (20,5); mt3 (15,8); mt1 (8,1)     | 31,2    |
| pr                             | pr4 (35,6); pr3 (30,7); pr2 (8,5); pr1 (8,3)      | 16,9    |
| rh                             | rh1 (31,7); rh2 (21,1); rh3 (12,8); rh4 (8,6)     | 25,8    |
| sh                             | sh4 (28,2); sh1 (18,5); sh2 (15,5); sh3 (10,7)    | 27,0    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                   |         |
| Mart                           | rh (31,7); mxt (23,4); pr (17,0); mnt (16,2)      | 11,7    |
| April                          | mxt (35,0); sh (22,3); pr (21,3); mnt (15,3)      | 6,1     |
| Maj                            | pr (29,7); sh (24,1); mnt (22,0); mxt (14,9)      | 9,4     |
| Jun                            | pr (35,6); mxt (23,3); sh (17,7); mt (12,9)       | 10,5    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

#### 6.5.2. Neorganski fosfor

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (pr3, mnt2, mxt2, mt3) za hlebnu pšenicu i model (pr3, mnt1, mnt4, mnt2) za durum pšenicu sa kojima je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za sadržaj neorganskog fosfora iznosila 94,9% (hlebna pšenica) i 92,2% (durum pšenica) koristeći

14 stepeni slobode (tabela 67 i 68). U modelima kojima su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 67 i 68). Modelom koji je uključivao samo relativnu vlažnost vazduha (rh) dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (89,0%), a najmanji za model gde su analizirane maksimalne temperature-mxt (70,2%) za hlebnu pšenicu (tabela 67). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt4 (23,5%); minimalnih temperatura-mnt1 (33,5%); srednjih temperatura-mt3 (44,6%); suma padavina-pr3 (50,7%); relativne vlažnosti vazduha-rh1 (32,6%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (28,8%) (tabela 67). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za maj (95,4%), a najmanji za april (78,8%) (tabela 67). Za mart i za april najvažnija varijabla je bila maksimalna temperatura (34,4% i 25,4%); za maj suma padavina (50,7%), i maksimalna temperatura (29,5%) za jun (tabela 67).

Tabela 67. Model višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj neorganskog fosfora za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | pr3 (50,7); mnt2 (19,8); mxt2 (12,9); mt3 (11,4)   | 5,1     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt4 (23,5); mxt1 (17,0); mxt2 (15,7); mxt3 (13,9) | 29,8    |
| mnt                            | mnt1 (33,5); mnt4 (19,7); mnt2 (10,5); mnt3 (10,2) | 26,1    |
| mt                             | mt3 (44,6); mt4 (20,1); mt2 (14,8); mt1 (9,0)      | 11,5    |
| pr                             | pr3 (50,7); pr4 (11,0); pr1 (10,6); pr2 (8,8)      | 18,9    |
| rh                             | rh1 (32,6); rh4 (22,7); rh3 (18,9); rh2 (14,8)     | 11,0    |
| sh                             | sh4 (28,8); sh1 (23,6); sh3 (19,6); sh2 (16,8)     | 11,3    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | mxt (34,4); pr (23,5); sh (20,3); mnt (9,9)        | 11,9    |
| April                          | mxt (25,4); mt (21,6); pr (18,5); sh (13,3)        | 21,2    |
| Maj                            | pr (50,7); mnt (19,4); rh (14,4); mt (10,9)        | 4,6     |
| Jun                            | mxt (29,5); sh (28,8); pr (14,2); mnt (8,3)        | 19,2    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo relativnu vlažnost vazduha (rh) dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (92,1%), a najmanji za model gde su analizirane minimalne temperature-mnt (73,5%) (tabela 68). Individualno, kao

najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt4 (27,4%); minimalnih temperatura-mnt4 (33,2%); srednjih temperatura-mt2 (45,2%); suma padavina-pr3 (39,8%); relativne vlažnosti vazduha-rh2 (30,3%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (40,1%) (tabela 68). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za april (94,1%), a najmanji za maj (86,2%) (tabela 68). Za mart najvažnija varijabla je bila relativna vlažnost vazduha (34,4%), za april i maj suma padavina (28,8% i 39,2%), i dužina trajanja osunčanosti (34,0%) za jun (tabela 68).

Tabela 68. Model višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj neorganskog fosfora za durum pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | pr3 (39,2); mnt1 (21,6); mnt4 (18,5); mnt2 (13,0)  | 7,8     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt4 (27,4); mxt3 (21,9); mxt1 (21,0); mxt2 (15,5) | 14,3    |
| mnt                            | mnt4 (33,2); mnt1 (21,9); mnt3 (13,7); mnt2 (4,6)  | 26,5    |
| mt                             | mt2 (45,2); mt3 (21,2); mt4 (15,3); mt1 (8,4)      | 9,9     |
| pr                             | pr3 (39,8); pr2 (16,8); pr1 (10,8); pr4 (10,6)     | 22,0    |
| rh                             | rh2 (30,3); rh3 (26,0); rh4 (23,4); rh1 (12,4)     | 7,9     |
| sh                             | sh4 (40,1); sh1 (25,1); sh2 (15,2); sh3 (9,6)      | 10,0    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | rh (34,4); sh (28,4); mnt (19,6); mt (11,4)        | 6,2     |
| April                          | pr (28,8); mxt (24,7); mt (20,6); sh (20,1)        | 5,9     |
| Maj                            | pr (39,2); mxt (21,2); mt (13,2); sh (12,6)        | 13,8    |
| Jun                            | sh (34,0); mxt (23,3); mt (19,7); pr4 (12,7)       | 10,3    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

### 6.5.3. Odnos fitinskog i neorganskog fosfora

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (sh2, pr3, mnt4, pr4) za hlebnu pšenicu i model (pr3, mxt2, mt3, sh3) za durum pšenicu sa kojima je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za odnos fitinskog i neorganskog fosfora iznosila 91,7% (hlebna pšenica) i 91,3% (durum pšenica) koristeći 14 stepeni slobode (tabela 69 i 70). U modelima kojim su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 69 i 70). Modelom koji je uključivao samo padavine

(pr) dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (92,9%), a najmanji za model gde su analizirane minimalne temperature-mnt (54,6%) za hlebnu pšenicu (tabela 69). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt3 (33,5%); minimalnih temperatura-mnt4 (20,4%); srednjih temperatura-mt3 (30,6%); suma padavina-pr2 (38,1%); relativne vlažnosti vazduha-rh3 (29,9%); dužina trajanja osunčanosti-sh2 (52,1%) (tabela 69). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za april (86,6%), a najmanji za jun (76,6%) (tabela 69). Za mart najvažnija varijabla je bila maksimalna temperatura (40,5%), za april i maj dužina trajanja osunčanosti (52,1% i 35,6%), i srednja temperatura (28,2%) za jun (tabela 69).

Tabela 69. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | sh2 (52,1); pr3 (14,7); mt4 (12,4); pr4 (12,4)     | 8,3     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt3 (33,5); mxt4 (25,8); mxt2 (14,4); mxt1 (11,3) | 15,1    |
| mnt                            | mnt4 (20,4); mnt3 (15,5); mnt1 (10,0); mnt2 (8,7)  | 45,4    |
| mt                             | mt3 (30,6); mt4 (28,2); mt1 (17,6); mt2 (8,3)      | 15,3    |
| pr                             | pr2 (38,1); pr4 (22,9); pr3 (18,0); pr1 (14,0)     | 7,1     |
| rh                             | rh3 (29,9); rh4 (27,9); rh2 (18,0); rh1 (7,1)      | 17,1    |
| sh                             | sh2 (52,1); sh3 (10,6); sh1 (10,4); sh4 (9,6)      | 17,3    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | mxt (40,5); mt (18,6); rh (15,4); sh (11,0)        | 14,5    |
| April                          | sh (52,1); mxt (13,1); mnt (11,0); pr (10,4)       | 13,4    |
| Maj                            | sh (35,6); mxt (14,8); mnt (13,5); pr (12,9)       | 23,3    |
| Jun                            | mt (28,2); sh (21,2); pr (15,1); mxt (12,3)        | 23,4    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature (mnt) dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (81,4%), a najmanji za model gde su analizirane srednje temperature-mt (74,2%) za durum pšenicu (tabela 70). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt2 (25,5%); minimalnih temperatura-mnt1 (37,2%); srednjih temperatura-mt3 (28,2%); suma padavina-pr3 (34,2%); relativne vlažnosti vazduha-rh1

(25,6%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (32,1%) (tabela 70). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za jun (90,9%), a najmanji za april (88,2%) (tabela 70). Za mart najvažnija varijabla je bila relativna vlažnost vazduha (25,6%), za april dužina trajanja osunčanosti (25,9%); za maj suma padavina (34,2%), i dužina trajanja osunčanosti (32,1%) za jun (tabela 70).

Tabela 70. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za odnos fitinskog i neorganskog fosfora za durum pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                            | Ostatak |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | pr3 (34,2); mxt2 (27,8); mt3 (19,4); sh3 (11,7)   | 6,9     |
| Varijable po tipu              |                                                   |         |
| mxt                            | mxt2 (25,5); mxt4 (23,4); mxt1 (23,3); mxt3 (7,7) | 20,1    |
| mnt                            | mnt1 (37,2); mnt3 (24,3); mnt4 (13,7); mnt2 (6,2) | 18,6    |
| mt                             | mt3 (28,2); mt2 (25,3); mt4 (13,9); mt1 (6,7)     | 25,8    |
| pr                             | pr3 (34,2); pr4 (20,6); pr2 (12,3); pr1 (7,4)     | 25,5    |
| rh                             | rh1 (25,6); rh4 (23,0); rh3 (21,1); rh2 (9,2)     | 21,1    |
| sh                             | sh4 (32,1); sh1 (26,4); sh2 (13,6); sh3 (6,5)     | 21,3    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                   |         |
| Mart                           | rh (25,6); pr (23,5); mnt (21,5); mxt (17,8)      | 11,6    |
| April                          | sh (25,9); mxt (25,5); pr (22,4); mt (14,4)       | 11,8    |
| Maj                            | pr (34,2); mxt (22,4); mt (21,6); mnt (12,1)      | 9,6     |
| Jun                            | sh (32,1); pr (23,5); mnt (20,1); mxt (15,1)      | 9,1     |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

#### 6.5.4. $\beta$ -karoten

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (sh3, mxt2, pr3, pr1) za hlebnu pšenicu i model (mt3, mt2, zrv, mt1) za durum pšenicu sa kojima je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za sadržaj  $\beta$ -karotena iznosila 95,0% (hlebna pšenica) i 95,3% (durum pšenica) koristeći 14 stepeni slobode (tabela 71 i 72). U modelima kojim su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 71 i 72). Modelom koji je uključivao samo dužinu trajanja osunčanosti-sh dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (88,5%), a najmanji modelom gde su analizirane minimalne temperature-mnt (78,6%) za hlebnu pšenicu (tabela 71). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima

izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt4 (30,2%); minimalnih temperatura-mnt4 (24,0%); srednjih temperatura-mt4 (33,7%); suma padavina-pr4 (31,3%); relativne vlažnosti vazduha-rh1 (29,4%); dužina trajanja osunčanosti-sh3 (38,5%) (tabela 71). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za mart (91,3%), a najmanji za april (84,2%) (tabela 71). Za mart najvažnija varijabla je bila srednja temperatura (33,5%), za april i maj dužina trajanja osunčanosti (36,7% i 38,5%), i srednja temperatura (33,7%) za jun (tabela 71).

Tabela 71. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj  $\beta$ -karotena za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | sh3 (38,5); mxt2 (28,6); pr3 (14,9); pr1 (13,0)    | 5,0     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt4 (30,2); mxt3 (24,8); mxt1 (14,8); mxt2 (9,1)  | 21,1    |
| mnt                            | mnt4 (24,0); mnt2 (22,5); mnt1 (18,1); mnt3 (13,9) | 21,4    |
| mt                             | mt4 (33,7); mt1 (23,2); mt3 (11,6); mt2 (15,8)     | 15,8    |
| pr                             | pr4 (31,3); pr1 (27,3); pr3 (16,3); pr2 (11,8)     | 13,2    |
| rh                             | rh1 (29,4); rh4 (23,7); rh2 (19,0); rh3 (15,9)     | 12,1    |
| sh                             | sh3 (38,5); sh2 (23,6); sh1 (15,2); sh4 (11,2)     | 11,5    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | mt (33,5); mnt (24,3); rh (16,9); sh (16,7)        | 8,7     |
| April                          | sh (36,7); mxt (28,5); pr (13,2); mt (5,8)         | 15,8    |
| Maj                            | sh (38,5); mxt (25,6); pr (15,8); mt (10,4)        | 9,6     |
| Jun                            | mt (33,7); pr (26,6); sh (16,1); mnt (11,0)        | 12,6    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature-mnt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (85,9%), a najmanji modelom gde je analizirana dužina trajanja osunčanosti-sh (74,9%) za durum pšenicu (tabela 72). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt2 (26,1%); minimalnih temperatura-mnt3 (32,9%); srednjih temperatura-mt3 (35,1%); suma padavina-pr1 (32,4%); relativne vlažnosti vazduha-rh3 (30,1%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (25,1%) (tabela 72). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za mart (95,3%), a najmanji za maj (82,5%) (tabela 72). Za mart najvažnija varijabla je bila maksimalna temperatura

(28,2%), za april i maj srednja temperatura (31,0% i 35,1%), i minimalna temperatura (25,9%) za jun (tabela 72).

Tabela 72. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj  $\beta$ -karotena za durum pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | mt3 (35,1); mt2 (25,6); zrv (17,6); mt1 (16,9)     | 4,7     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt2 (26,1); mxt1 (24,0); mxt3 (22,1); mxt4 (10,4) | 17,4    |
| mnt                            | mnt3 (32,9); mnt1 (21,6); mnt4 (18,7); mnt2 (12,8) | 14,1    |
| mt                             | mt3 (35,1); mt2 (25,6); mt1 (15,2); mt4 (4,7)      | 19,4    |
| pr                             | pr1 (32,4); pr3 (25,4); pr4 (19,8); pr2 (7,7)      | 14,6    |
| rh                             | rh3 (30,1); rh2 (26,0); rh1 (15,1); rh4 (6,3)      | 22,5    |
| sh                             | sh4 (25,1); sh3 (24,8); sh2 (13,2); sh1 (11,9)     | 25,1    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | mxt (28,2); rh (23,6); mnt (23,4); pr (20,1)       | 4,7     |
| April                          | mt (31,0); pr (25,3); mxt (16,9); sh (9,7)         | 17,1    |
| Maj                            | mt (35,1); pr (21,6); sh (14,9); mxt (10,9)        | 17,5    |
| Jun                            | mnt (25,9); sh (25,7); rh (24,9); pr (18,0)        | 5,4     |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

#### 6.5.5. Ukupni fenoli

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (pr1, rh1, mxt2, pr3) za hlebnu pšenicu i model (pr3, mt2, rh3, mt3) za durum pšenicu sa kojima je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za sadržaj ukupnih fenola iznosila 95,3% (hlebna pšenica) i 94,5% (durum pšenica) koristeći 14 stepeni slobode (tabela 73 i 74). U modelima kojim su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 73 i 74). Modelom koji je uključivao samo sumu padavina-pr dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (81,4%), a najmanji za model gde je analizirana dužina trajanja osunčanosti-sh (45,9%) za hlebnu pšenicu (tabela 73). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt4 (26,8%); minimalnih temperatura-mnt4 (25,5%); srednjih temperatura-mt1 (17,6%); suma padavina-pr1 (28,6%); relativne vlažnosti vazduha-rh1 (17,7%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (13,9%) (tabela 73).

Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za april (93,1%), a najmanji za maj (53,9%) (tabela 73). Za mart najvažnija varijabla je bila minimalna temperatura (41,6%), za april relativna vlažnost vazduha (29,0%), za maj maksimalna temperatura (19,0%), i minimalna temperatura (26,1%) za jun (tabela 73).

Tabela 73. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj ukupnih fenola za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | pr1(27,8); rh1 (23,9); mxt2 (23,5); pr3 (20,1)     | 4,7     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt4 (26,8); mxt2 (23,5); mxt3 (16,7); mxt1 (5,7)  | 27,3    |
| mnt                            | mnt4 (25,5); mnt2 (24,6); mnt3 (12,9); mnt1 (10,8) | 26,3    |
| mt                             | mt1 (17,6); mt2 (14,5); mt3 (11,9); mt4 (4,7)      | 51,3    |
| pr                             | pr1 (28,6); pr3 (23,9); pr4 (21,5); pr2 (7,4)      | 18,6    |
| rh                             | rh1 (17,7); rh3 (12,7); rh2 (11,3); rh4 (4,7)      | 53,6    |
| sh                             | sh4 (13,9); sh3 (12,0); sh2 (10,5); sh1 (9,5)      | 54,1    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | mnt (41,6); rh (17,7); pr (16,2); mxt (11,1)       | 13,4    |
| April                          | rh (29,0); mxt (23,5); pr (21,3); mnt (19,4)       | 6,9     |
| Maj                            | mxt (19,0); mt (13,5); rh (11,1); sh (10,3)        | 46,1    |
| Jun                            | mnt (26,1); rh (23,9); pr (21,5); mt (18,4)        | 10,2    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature-mnt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (91,6%), a najmanji za model gde je analizirana relativna vlažnost vazduha-rh (62,1%) za durum pšenicu (tabela 74). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt2 (23,5%); minimalnih temperatura-mnt4 (33,1%); srednjih temperatura-mt2 (23,2%); suma padavina-pr1 (36,7%); relativne vlažnosti vazduha-rh2 (22,7%); dužina trajanja osunčanosti-sh4 (23,5%) (tabela 74). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za april (91,9%), a najmanji za mart (73,0%) (tabela 74). Za mart najvažnija varijabla je bila minimalna temperatura (21,3%), za april i maj suma padavina (33,5% i 26,0%), i maksimalna temperatura (30,7%) za jun (tabela 74).

Tabela 74. Model višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj ukupnih fenola za durum pšenicu.

| Model         | Varijable <sup>†</sup>                                                          | Ostatak |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| sve varijable | pr3 (26,0); mt2 (25,6); rh3 (23,7); mt3 (19,2)<br>Varijable po tipu             | 5,5     |
| mxt           | mxt2 (23,5); mxt1 (17,1); mxt4 (16,6); mxt3 (11,2)                              | 31,7    |
| mnt           | mnt4 (33,1); mnt2 (19,9); mnt1 (19,8); mnt3 (18,8)                              | 8,4     |
| mt            | mt2 (23,2); mt3 (19,1); mt4 (12,5); mt1 (12,0)                                  | 33,2    |
| pr            | pr1 (36,7); pr3 (26,0); pr4 (16,3); pr2 (11,6)                                  | 9,3     |
| rh            | rh2 (22,7); rh3 (15,2); rh4 (14,8); rh1 (9,4)                                   | 37,9    |
| sh            | sh4 (23,5); sh2 (18,1); sh3 (12,6); sh1 (9,2)<br>Varijable vegetacionog perioda | 36,6    |
| Mart          | mnt (21,3); sh (19,7); mt (17,5); pr (14,6)                                     | 27,0    |
| April         | pr (33,5); mt (23,2); rh (21,0); mnt (14,2)                                     | 8,1     |
| Maj           | pr (26,0) rh (21,5) mt (19,2) mnt (9,2)                                         | 24,1    |
| Jun           | mxt (30,7) sh (23,5) pr (14,8) mt (11,2)                                        | 19,9    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

#### 6.5.6. Slobodne sulfhidrilne grupe proteina

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (mt2, sh1, rh2, mxt1) za hlebnu pšenicu i model (rh3, mnt3, mxt2, sh3) za durum pšenicu sa kojima je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za sadržaj PSH iznosila 94,0% i 94,4% koristeći 14 stepeni slobode (tabela 75 i 76). U modelima kojim su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 75 i 76). Modelom koji je uključivao samo minimalne temperatura-mnt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (88,2%), a najmanji za model gde je analizirana suma padavina-pr (70,1%) za hlebnu pšenicu (tabela 75). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt1 (26,8%), minimalnih temperatura-mnt1 (26,9%), srednjih temperatura-mt2 (39,4%); suma padavina-pr2 (22,6%); relativne vlažnosti vazduha-rh2 (32,4%); dužina trajanja osunčanosti-sh1 (31,4%) (tabela 75). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za maj (91,1%), a najmanji za jun (75,4%) (tabela 75). Za mart najvažnija varijabla je bila maksimalna temperatura

(31,9%), za april i maj srednja temperatura (39,4% i 26,8%), i suma padavina (23,2%) za jun (tabela 75).

Tabela 75. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | mt2 (39,4); sh1 (20,8); rh2 (20,4); mxt1 (13,3)    | 6,0     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt1 (26,8); mxt4 (21,3); mxt2 (21,0); mxt3 (10,3) | 20,7    |
| mmt                            | mmt1 (26,9); mmt2 (22,2); mmt4 (21,0); mmt3 (18,1) | 11,8    |
| mt                             | mt2 (39,4); mt1 (20,2); mt4 (17,0); mt3 (6,5)      | 16,9    |
| pr                             | pr2 (22,6); pr4 (21,1); pr1 (14,6); pr3 (11,7)     | 29,9    |
| rh                             | rh2 (32,4); rh4 (28,5); rh1 (16,1); rh3 (6,4)      | 16,5    |
| sh                             | sh1 (31,4); sh4 (20,3); sh3 (17,6); sh2 (14,5)     | 16,2    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | mxt (31,9); sh (31,4); mt (14,6); rh (5,2)         | 16,8    |
| April                          | mt (39,4); sh (20,0); rh (17,6); mmt (8,1)         | 14,9    |
| Maj                            | mt (26,8); mxt (26,3); mmt (26,1); rh (11,8)       | 8,9     |
| Jun                            | pr (23,2); mxt (22,8); sh (21,6); mmt (7,8)        | 24,6    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature-mmt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (89,7%), a najmanji za model gde je analizirana suma padavina-pr (51,9%) za durum pšenicu (tabela 76). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt3 (57,9%), minimalnih temperatura-mmt1 (58,9%), srednjih temperatura-mt3 (53,3%), suma padavina-pr2 (18,7%), relativne vlažnosti vazduha-rh3 (59,6%), dužina trajanja osunčanosti-sh4 (35,6%) (tabela 76). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za maj (93,3%), a najmanji za jun (84,3%) (tabela 76). Za mart i april najvažnija varijabla je bila minimalna temperatura (58,9% i 54,3%); za maj relativna vlažnost vazduha (59,6%), i minimalna temperatura (52,8%) za jun (tabela 76).

Tabela 76. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj slobodnih sulfhidrilnih grupa proteina za durum pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                           | Ostatak |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | rh3 (59,6); mnt3 (14,5); mxt2 (12,3); sh3 (8,0)  | 5,6     |
| Varijable po tipu              |                                                  |         |
| mxt                            | mxt3 (57,9); mxt1 (12,7); mxt2 (8,3); mxt4 (6,9) | 14,2    |
| mnt                            | mnt1 (58,9); mnt2 (13,3); mnt4 (8,8); mnt3 (8,6) | 10,3    |
| mt                             | mt3 (53,3); mt2 (10,5); mt1 (9,7); mt4 (8,9)     | 17,6    |
| pr                             | pr2 (18,7); pr4 (13,5); pr3 (11,5); pr1 (8,1)    | 48,1    |
| rh                             | rh3 (59,6); rh1 (13,1); rh4 (8,3); rh2 (6,9)     | 12,1    |
| sh                             | sh4 (35,6); sh2 (19,1); sh1 (18,2); sh3 (15,6)   | 11,4    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                  |         |
| Mart                           | mnt (58,9); mt (12,9); rh (11,8); sh (6,7)       | 9,7     |
| April                          | mnt (54,3); mt (15,4); mxt (12,0); pr (9,7)      | 8,7     |
| Maj                            | rh (59,6); mnt (14,5); mxt (12,0); sh (7,3)      | 6,7     |
| Jun                            | mnt (52,8); mxt (11,0); pr (10,4); sh (10,2)     | 15,7    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

#### 6.5.7. Rastvorljivi proteini

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (mt3, zrv, mnt2, mnt1) za hlebnu pšenicu i model (pr2, sh1, mxt3, zrv) za durum pšenicu sa kojima je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za sadržaj rastvorljivih proteina iznosila 94,7% (hlebna pšenica) i 94,2% (durum pšenica) koristeći 14 stepeni slobode (tabela 77 i 78). U modelima kojim su analizirane varijable po tipu postignut je manji stepen efikasnosti u tumačenju interakcije u odnosu na model sa svim raspoloživim varijablama (tabela 77 i 78). Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature-mnt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (89,4%), a najmanji za model gde je analizirana relativna vlažnost vazduha (72,5%) za hlebnu pšenicu (tabela 77). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt3 (22,6%), minimalnih temperatura-mnt3 (40,4%); srednjih temperatura-mt3 (42,3%), suma padavina-pr4 (31,3%), relativne vlažnosti vazduha-rh4 (40,1%), dužina trajanja osunčanosti-sh2 (22,6%) (tabela 77). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za april (92,9%), a najmanji za mart i jun (85,5%) (tabela

77). Za mart, april i maj najvažnija varijabla je bila srednja temperatura (32,1%, 32,4% i 42,3%), i relativna vlažnost vazduha (40,1%) za jun (tabela 77).

Tabela 77. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj rastvorljivih proteina za hlebnu pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                            | Ostatak |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | mt3 (42,3); zrv (26,1); mnt2 (18,6); mnt1 (7,7)   | 5,3     |
| Varijable po tipu              |                                                   |         |
| mxt                            | mxt3 (22,6); mxt2 (21,1); mxt1 (20,7); mxt4 (8,7) | 26,9    |
| mnt                            | mnt3 (40,4); mnt1 (27,7); mnt2 (15,1); mnt4 (6,2) | 10,6    |
| mt                             | mt3 (42,3); mt2 (12,7); mt1 (11,4); mt4 (9,6)     | 24,0    |
| pr                             | pr4 (31,3); pr3 (26,2); pr1 (17,9); pr2 (9,1)     | 15,5    |
| rh                             | rh4 (40,1); rh2 (13,8); rh1 (13,2); rh3 (5,3)     | 27,5    |
| sh                             | sh2 (22,6); sh1 (20,4); sh4 (19,1); sh3 (15,9)    | 22,0    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                   |         |
| Mart                           | mt (32,1); pr (23,3); sh (18,7); mnt (11,3)       | 14,5    |
| April                          | mt (32,4); rh (28,0); mnt (16,7); pr (15,8)       | 7,1     |
| Maj                            | mt (42,3); pr (20,6); sh (14,4); mnt (8,2)        | 14,5    |
| Jun                            | rh (40,1); pr (23,4); sh (15,8); mnt (8,0)        | 12,7    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature-mnt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (95,6%), a najmanji za model gde je analizirana maksimalna temperatura-mxt (67,4%) za durum pšenicu (tabela 78). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt1 (28,9%), minimalnih temperatura-mnt4 (39,4%), srednjih temperatura-mt1 (28,8%), suma padavina-pr2 (31,8%), relativne vlažnosti vazduha-rh1 (29,6%), dužina trajanja osunčanosti-sh1 (27,6%) (tabela 78). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za mart (94,0%), a najmanji za jun (73,0%) (tabela 78). Za mart najvažnija varijabla je bila relativna vlažnost vazduha (29,6%), za april suma padavina (31,8%); za maj dužina trajanja osunčanosti (21,8%), i srednja temperatura (25,3%) za jun (tabela 78).

Tabela 78. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za sadržaj rastvorljivih proteina za durum pšenicu.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | pr2 (31,8); sh1 (25,5); mxt3 (22,7); zrv (14,3)    | 5,8     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt1 (28,9); mxt3 (14,7); mxt4 (14,6); mxt2 (9,2)  | 32,6    |
| mnt                            | mnt4 (39,4); mnt2 (26,6); mnt1 (17,2); mnt3 (12,3) | 4,4     |
| mt                             | mt1 (28,8); mt2 (22,2); mt4 (19,8); mt3 (9,0)      | 20,1    |
| pr                             | pr2 (31,8); pr3 (24,1); pr4 (10,4); pr1 (10,2)     | 23,5    |
| rh                             | rh1 (29,6); rh4 (19,4); rh2 (18,3); rh3 (8,2)      | 24,6    |
| sh                             | sh1 (27,6); sh4 (22,9); sh3 (16,1); sh2 (14,3)     | 19,1    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | rh (29,6); sh (26,6); mxt (19,0); mnt (18,9)       | 6,0     |
| April                          | pr (31,8); rh (24,5); mt (18,9); mnt (14,8)        | 9,9     |
| Maj                            | sh (21,8); pr (21,5); mt (19,4); mnt (12,4)        | 24,9    |
| Jun                            | mt (25,3); sh (20,0); mnt (16,0); rh (11,8)        | 27,0    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

#### 6.5.8. Staklavost zrna

Uključivanjem svih varijabli u faktorijalnu regresiju dobijen je model (mt4, pr1, sh1, mt2) sa kojim je na nivou značajnosti ( $P < 0,01$ ) suma kvadrata interakcije za staklavost zrna durum pšenice iznosila 97,2% koristeći 14 stepeni slobode (tabela 79). Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature-mnt dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije (97,9%), a najmanji za model gde je analizirana samo suma padavina-pr (79,2%). Individualno, kao najinformativnije u pojedinačnim modelima izdvojene su od: maksimalnih temperatura-mxt4 (43,4%), minimalnih temperatura-mnt2 (35,9%), srednjih temperatura-mt2 (40,3%), suma padavina-pr2 (42,8%), relativne vlažnosti vazduha-rh2 (54,0%), dužina trajanja osunčanosti-sh1 (53,6%). Uključivanjem varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za mart (91,9%), a najmanji za jun (79,9%) (tabela 79). Za mart najvažnija varijabla je bila dužina trajanja osunčanosti (53,6%), za april relativna vlažnost vazduha (54,0%); za maj minimalna temperatura (26,4%), i maksimalna temperatura (43,4%) za jun.

Tabela 79. Modeli višestruke faktorijalne regresije klimatskih varijabli za staklavost zrna durum pšenice.

| Model                          | Varijable <sup>†</sup>                             | Ostatak |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| sve varijable                  | mt4 (54,4); pr1 (14,4); sh1 (14,3); mt2 (14,2)     | 2,8     |
| Varijable po tipu              |                                                    |         |
| mxt                            | mxt4 (43,4); mxt1 (26,2); mxt2 (10,5)              | 19,9    |
| mmt                            | mmt2 (35,9); mmt1 (28,9); mmt4 (21,2); mmt3 (11,9) | 2,1     |
| mt                             | mt2 (40,3); mt1 (36,1); mt4 (16,0)                 | 7,7     |
| pr                             | pr2 (42,8); pr3 (16,8); pr4 (12,8); pr1 (6,8)      | 20,8    |
| rh                             | rh2 (54,0); rh4 (19,7); rh1 (9,8); rh3 (5,6)       | 10,9    |
| sh                             | sh1 (53,6); sh4 (14,8); sh2 (10,4); sh3 (9,8)      | 11,5    |
| Varijable vegetacionog perioda |                                                    |         |
| Mart                           | sh (53,6); pr (22,9); rh (9,3); mmt (6,2)          | 8,1     |
| April                          | rh (54,0); sh (12,2); mt (10,6); mmt (10,1)        | 13,1    |
| Maj                            | mmt (26,4); sh3 (23,5); rh (21,5); pr3 (15,1)      | 13,5    |
| Jun                            | mxt (43,4); pr (30,9); sh (5,6)                    | 20,1    |

<sup>†</sup> Značajnost varijable je testirana u odnosu na sredinu kvadrata pogreške  $P < 0,01$ ; Detalji za klimatske varijable su dati u tabeli 3. Sve vrednosti u zagradama su date u procentima objašnjene varijanse interakcije

## 6.6. Korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina pšenice

Kvantitativne osobine kod biljaka pokazuju različiti stepen saglasnosti u variranju. Povezanost dve osobine, preko Pearson-ovog koeficijenta korelacije, pokazuje jačinu odnosa, pri čemu nije važno koja je osobina zavisno a koja nezavisno promenljiva. Korelacija je pozitivna ukoliko je povećanje ili smanjenje vrednosti jedne osobine uslovljava povećanje ili smanjene vrednosti druge u istom smeru, dok je korelacija negativna ukoliko povećanje vrednosti jedne osobine utiče na smanjenje vrednosti druge, i obratno. Pearson-ovi koeficijenti korelacije između proučavanih agronomskih, hemijsko-tehnoloških osobina, i agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina pšenice, su izračunati direktno iz podataka i prikazani su u tabelama 86-98. Šurlan i sar. (2005) su naveli intenzitet korelacije u zavisnosti od korelacionog koeficijenta i stepena značajnosti kao: 1,00 (potpuna); 0,91-0,99 (gotovo potpuna); 0,76-0,90 (vrlo jaka); 0,61-0,75 (jaka); 0,41-0,60 (srednja); 0,26-0,40 (slaba); 0,11-0,25 (vrlo slaba) i 0,00-0,10 (odsutna).

#### 6.6.1. Hlebna pšenica (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*)

Utvrđeno je postojanje značajne ( $P < 0,01$ ) vrlo jake korelacije između sledećih agronomskih osobina: debljine zrna i mase hiljadu zrna (0,820) (RS-2012) (Tabela 81), (0,781) (ZP-2012) (tabela 83), (0,825) (PS-2011) (tabela 84), (0,777) (PS-2012) (tabela 85); dužine zrna i mase hiljadu zrna (0,861) (RS-2012) (tabela 81), (0,779) (ZP-2011) (tabela 82), (0,836) (ZP-2011) (tabela 83); koeficijenta produktivnog bokorenja i mase hiljadu zrna (-0,768) (ZP-2012) (tabela 83), (-0,789) (ZP-2012) (tabela 85).

Postojanje jake korelacije je utvrđeno između sledećih parova agronomskih osobina: koeficijenta produktivnog bokorenja i prinosa (0,712) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 80); debljine zrna i mase hiljadu zrna (0,649) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 80), (0,665) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 82); dužine zrna i mase hiljadu zrna (0,650) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 80), (0,637) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 84); (0,679) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 85); koeficijenta produktivnog bokorenja i mase hiljadu zrna (-0,664) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 81); širine zrna i koeficijenta produktivnog bokorenja (-0,664) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012), (-0,725) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 85); dužine zrna i dužine klasa (0,691) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 81), (0,666) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 82); dužine zrna i debljine zrna (0,686) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 81), (0,642) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83) (0,720) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 84), (0,626) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 85); visine biljke i koeficijenta produktivnog bokorenja (-0,579) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82); dužine zrna i koeficijenta produktivnog bokorenja (-0,612) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83); debljine zrna i prinosa (0,660) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 84); koeficijenta produktivnog bokorenja i debljine zrna (-0,685) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 85).

Srednja korelacija je ustanovljena za sledeće kombinacije agronomskih osobina: dužina zrna i koeficijent produktivnog bokorenja (-0,530) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 80), (-0,558) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81); širina zrna i debljina zrna (0,608) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 80), (0,570) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 85); širina zrna i masa hiljadu zrna (0,538) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81), (0,601) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 85); koeficijent produktivnog bokorenja i broj zrna po klasu (-0,600) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 85); dužina klasa i koeficijent produktivnog bokorenja (-0,540) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81); dužina klasa i broj zrna po klasu (0,514) ( $P < 0,05$ )

(ZP-2011) (tabela 82), (0,563) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 83), (0,545) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 85); visina biljke i debljina zrna (-0,540) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82); debljina zrna i dužina zrna (0,567) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82); masa hiljadu zrna i prinos (0,604) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83), (0,605) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 84); dužina zrna i prinos (0,557) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83), (0,527) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 84); koeficijent produktivnog bokorenja i debljina zrna (-0,607) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83); širina zrna i koeficijent produktivnog bokorenja (-0,572) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83); dužina zrna i dužina klasa (0,573) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83).

Postojanje gotovo potpune korelacije je ustanovljeno između odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor i neorganskog fosfora (-0,952) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 83). Utvrđeno je postojanje vrlo jake korelacije između sledećih hemijsko-tehnoloških osobina: fitinske kiseline i neorganskog fosfora (0,822) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 80), (0,782) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 81); odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor i neorganskog fosfora (-0,882) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 80), (-0,887) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 82), (-0,889) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 85). Jaka korelacija je ustanovljena kod sledećih parova hemijsko-tehnoloških osobina: odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i  $\beta$ -karoten (-0,636) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81); rastvorljivi proteini i PSH (0,669) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 81); fitinska kiselina i neorganski fosfor (0,656) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 84), (0,648) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 85); odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i neorganski fosfor (-0,727) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 84).

Srednja korelacija je utvrđena za sledeće hemijsko-tehnološke osobine:  $\beta$ -karoten i fitinska kiselina (-0,575) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 80), (-0,519) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81); odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i ukupni fenoli (-0,524) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 80); odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i rastvorljivi proteini (-0,537) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81);  $\beta$ -karoten i neorganski fosfor (0,531) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83); odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i  $\beta$ -karoten (-0,584) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83); odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i fitinska kiselina (0,520) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83).

Postojanje značajne korelacije je utvrđeno između sledećih parova hemijsko-tehnoloških i agronomskih osobina: fitinske kiseline i visine biljke (0,539) ( $P < 0,05$ )

(RS-2011) (tabela 80), (0,604) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82);  $\beta$ -karotena i debljine zrna (-0,524) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 80); fitinske kiseline i dužine zrna (-0,640) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 80), (-0,553) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82); odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor i prinosa (0,680) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 81); rastvorljivih proteina i prinosa (-0,639) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81), (-0,547) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83); fitinske kiseline i dužine klasa (-0,541) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81), (-0,561) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82); neorganskog fosfora i dužine zrna (-0,538) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 81); fitinske kiseline i prinosa (-0,696) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 82); neorganskog fosfora i prinosa (-0,643) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 82); PSH i širine zrna (-0,611) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 82), (0,577) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 85); ukupnih fenola i prinosa (-0,601) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83), neorganskog fosfora i dužine klasa (-0,573) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 83), (-0,633) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 84); neorganskog fosfora i broja zrna po klasu (-0,597) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 84), PSH i koeficijenta produktivnog bokorenja (0,550) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 84); rastvorljivih proteina i koeficijenta produktivnog bokorenja (-0,699) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 84).

Tabela 80. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina hlebne pšenice na lokalitetu Rimski Šančevi u 2010-2011 godini.

|      | pr           | mhz          | bzk    | vb           | pb            | dk     | de            | du            | sz     | bk            | fe            | ff           | nfpi          | ffnf   | psh    | sp    |
|------|--------------|--------------|--------|--------------|---------------|--------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------|--------|-------|
| pr   | 1,000        |              |        |              |               |        |               |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| mhz  | 0,211        | 1,000        |        |              |               |        |               |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| bzk  | 0,141        | -0,264       | 1,000  |              |               |        |               |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| vb   | 0,159        | 0,071        | 0,034  | 1,000        |               |        |               |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| pb   | <b>0,712</b> | -0,259       | -0,191 | 0,256        | 1,000         |        |               |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| dk   | 0,137        | 0,115        | 0,508  | -0,081       | -0,286        | 1,000  |               |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| de   | 0,071        | <b>0,649</b> | -0,396 | 0,140        | -0,181        | -0,394 | 1,000         |               |        |               |               |              |               |        |        |       |
| du   | -0,133       | <b>0,650</b> | -0,047 | -0,448       | <b>-0,530</b> | 0,414  | 0,122         | 1,000         |        |               |               |              |               |        |        |       |
| sz   | 0,128        | 0,372        | -0,101 | 0,337        | -0,111        | 0,145  | <b>0,608</b>  | -0,114        | 1,000  |               |               |              |               |        |        |       |
| bk   | -0,029       | -0,140       | 0,181  | -0,264       | -0,031        | 0,481  | <b>-0,524</b> | 0,224         | -0,260 | 1,000         |               |              |               |        |        |       |
| fe   | -0,287       | 0,161        | -0,208 | -0,372       | -0,407        | 0,034  | 0,437         | 0,209         | 0,324  | -0,060        | 1,000         |              |               |        |        |       |
| ff   | 0,287        | -0,159       | -0,197 | <b>0,539</b> | 0,390         | -0,337 | 0,349         | <b>-0,640</b> | 0,386  | <b>-0,575</b> | -0,069        | 1,000        |               |        |        |       |
| nfpi | 0,081        | -0,172       | -0,209 | 0,221        | 0,082         | -0,186 | 0,403         | -0,404        | 0,412  | -0,322        | 0,306         | <b>0,822</b> |               |        |        |       |
| ffnf | 0,143        | 0,171        | 0,128  | 0,041        | 0,204         | 0,015  | -0,334        | 0,138         | -0,335 | 0,037         | <b>-0,524</b> | -0,467       | <b>-0,882</b> | 1,000  |        |       |
| psh  | -0,209       | -0,224       | 0,360  | -0,132       | -0,341        | -0,063 | 0,152         | -0,003        | -0,116 | -0,410        | 0,112         | 0,215        | 0,291         | -0,326 | 1,000  |       |
| sp   | -0,300       | -0,119       | 0,039  | -0,100       | -0,246        | 0,360  | -0,359        | 0,013         | 0,038  | 0,254         | -0,129        | -0,099       | -0,165        | 0,154  | -0,069 | 1,000 |

$P < 0,05$  (**italic i bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klase; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini.

Tabela 81. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina hlebne pšenice na lokalitetu Rimski Šančevi u 2011-2012 godini.

|      | pr            | mhz           | bzk           | vb     | pb            | dk            | de           | du            | sz     | bk            | fe     | ff           | nfpi   | ffnf          | psh          | sp    |
|------|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|---------------|--------------|-------|
| pr   | 1,000         |               |               |        |               |               |              |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| mhz  | 0,350         | 1,000         |               |        |               |               |              |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| bzk  | -0,046        | 0,081         | 1,000         |        |               |               |              |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| vb   | 0,184         | 0,111         | 0,236         | 1,000  |               |               |              |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| pb   | 0,261         | <b>-0,664</b> | <b>-0,600</b> | -0,103 | 1,000         |               |              |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| dk   | 0,210         | 0,496         | 0,477         | 0,254  | <b>-0,546</b> | 1,000         |              |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| de   | 0,240         | <b>0,820</b>  | -0,148        | -0,047 | -0,453        | 0,241         | 1,000        |               |        |               |        |              |        |               |              |       |
| du   | 0,326         | <b>0,861</b>  | 0,093         | -0,064 | <b>-0,558</b> | <b>0,691</b>  | <b>0,686</b> | 1,000         |        |               |        |              |        |               |              |       |
| sz   | -0,068        | <b>0,538</b>  | 0,206         | 0,173  | <b>-0,664</b> | 0,450         | 0,447        | 0,385         | 1,000  |               |        |              |        |               |              |       |
| bk   | -0,209        | -0,294        | 0,244         | -0,135 | 0,003         | 0,172         | -0,238       | -0,155        | -0,060 | 1,000         |        |              |        |               |              |       |
| fe   | -0,422        | -0,322        | -0,166        | -0,069 | 0,154         | 0,032         | -0,232       | -0,198        | -0,097 | 0,283         | 1,000  |              |        |               |              |       |
| ff   | 0,134         | -0,333        | -0,142        | 0,097  | 0,395         | <b>-0,541</b> | -0,430       | -0,475        | -0,361 | <b>-0,519</b> | -0,503 | 1,000        |        |               |              |       |
| nfpi | -0,277        | -0,443        | -0,057        | 0,127  | 0,225         | -0,432        | -0,405       | <b>-0,538</b> | -0,267 | -0,198        | -0,430 | <b>0,782</b> | 1,000  |               |              |       |
| ffnf | <b>0,680</b>  | 0,164         | -0,173        | 0,044  | 0,294         | -0,253        | 0,005        | 0,019         | -0,102 | <b>-0,636</b> | -0,313 | 0,512        | -0,102 | 1,000         |              |       |
| psh  | -0,398        | -0,336        | -0,302        | 0,396  | 0,216         | -0,333        | -0,394       | -0,469        | -0,057 | -0,247        | 0,422  | 0,300        | 0,361  | 0,007         | 1,000        |       |
| sp   | <b>-0,639</b> | -0,305        | 0,265         | 0,435  | -0,200        | 0,185         | -0,418       | -0,277        | 0,048  | 0,124         | 0,467  | -0,099       | 0,267  | <b>-0,537</b> | <b>0,669</b> | 1,000 |

$P < 0,05$  (**italic i bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini.

Tabela 82. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina hlebne pšenice na lokalitetu Zemun Polje u 2010-2011 godini.

|      | pr            | mhz          | bzk          | vb            | pb     | dk            | de           | du            | sz            | bk     | fe     | ff     | nfpi          | ffnf   | psh   | sp    |
|------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|---------------|--------|-------|-------|
| pr   | 1,000         |              |              |               |        |               |              |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| mhz  | 0,344         | 1,000        |              |               |        |               |              |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| bzk  | 0,370         | 0,045        | 1,000        |               |        |               |              |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| vb   | <b>-0,579</b> | -0,234       | -0,089       | 1,000         |        |               |              |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| pb   | 0,361         | -0,361       | -0,439       | -0,273        | 1,000  |               |              |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| dk   | 0,488         | 0,407        | <b>0,514</b> | -0,187        | -0,097 | 1,000         |              |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| de   | 0,380         | <b>0,665</b> | -0,089       | <b>-0,540</b> | -0,054 | 0,125         | 1,000        |               |               |        |        |        |               |        |       |       |
| du   | 0,472         | <b>0,779</b> | 0,147        | -0,361        | -0,092 | <b>0,666</b>  | <b>0,567</b> | 1,000         |               |        |        |        |               |        |       |       |
| sz   | 0,276         | 0,099        | 0,303        | -0,151        | -0,079 | 0,319         | 0,197        | -0,121        | 1,000         |        |        |        |               |        |       |       |
| bk   | 0,319         | -0,219       | 0,142        | -0,238        | 0,493  | 0,361         | 0,047        | 0,154         | 0,107         | 1,000  |        |        |               |        |       |       |
| fe   | -0,077        | -0,239       | -0,206       | -0,496        | 0,320  | -0,174        | 0,309        | -0,146        | 0,356         | 0,147  | 1,000  |        |               |        |       |       |
| ff   | <b>-0,696</b> | -0,351       | -0,317       | <b>0,604</b>  | -0,128 | <b>-0,561</b> | -0,369       | <b>-0,553</b> | -0,091        | -0,188 | 0,029  | 1,000  |               |        |       |       |
| nfpi | <b>-0,643</b> | -0,230       | -0,395       | 0,331         | -0,131 | -0,479        | 0,057        | -0,197        | -0,290        | 0,097  | 0,125  | 0,496  | 1,000         |        |       |       |
| ffnf | 0,452         | 0,150        | 0,231        | -0,093        | 0,105  | 0,235         | -0,196       | -0,037        | 0,308         | -0,258 | -0,202 | -0,093 | <b>-0,887</b> | 1,000  |       |       |
| psh  | -0,190        | -0,126       | -0,236       | 0,383         | 0,168  | -0,230        | -0,365       | -0,033        | <b>-0,611</b> | 0,091  | -0,456 | 0,103  | 0,034         | -0,014 | 1,000 |       |
| sp   | -0,339        | -0,095       | 0,174        | -0,016        | -0,220 | -0,349        | -0,143       | -0,085        | -0,466        | -0,071 | 0,015  | 0,120  | 0,241         | -0,284 | 0,346 | 1,000 |

$P < 0,05$  (**italic i bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klase; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini.

Tabela 83. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina hlebne pšenice na lokalitetu Zemun Polje u 2011-2012 godini.

|      | pr            | mhz           | bzk    | vb     | pb            | dk            | de           | du     | sz     | bk            | fe     | ff           | nfpi          | ffnf   | psh    | sp    |
|------|---------------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|--------------|--------|--------|---------------|--------|--------------|---------------|--------|--------|-------|
| pr   | 1,000         |               |        |        |               |               |              |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| mhz  | <b>0,604</b>  | 1,000         |        |        |               |               |              |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| bzk  | 0,262         | -0,003        | 1,000  |        |               |               |              |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| vb   | 0,205         | 0,007         | 0,091  | 1,000  |               |               |              |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| pb   | -0,238        | <b>-0,768</b> | -0,387 | 0,066  | 1,000         |               |              |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| dk   | 0,505         | 0,484         | 0,425  | 0,221  | -0,503        | 1,000         |              |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| de   | 0,439         | <b>0,781</b>  | -0,060 | -0,086 | <b>-0,607</b> | 0,128         | 1,000        |        |        |               |        |              |               |        |        |       |
| du   | <b>0,557</b>  | <b>0,836</b>  | 0,092  | -0,101 | <b>-0,612</b> | <b>0,573</b>  | <b>0,642</b> | 1,000  |        |               |        |              |               |        |        |       |
| sz   | 0,229         | 0,466         | 0,132  | -0,039 | <b>-0,572</b> | 0,436         | 0,303        | 0,153  | 1,000  |               |        |              |               |        |        |       |
| bk   | -0,190        | -0,287        | 0,236  | -0,249 | 0,119         | -0,160        | -0,223       | -0,272 | 0,197  | 1,000         |        |              |               |        |        |       |
| fe   | <b>-0,601</b> | -0,420        | -0,226 | -0,262 | 0,141         | -0,305        | -0,242       | -0,405 | -0,027 | 0,399         | 1,000  |              |               |        |        |       |
| ff   | -0,020        | -0,097        | -0,191 | -0,004 | 0,257         | -0,115        | -0,233       | -0,174 | -0,043 | -0,457        | -0,479 | 1,000        |               |        |        |       |
| nfpi | -0,481        | -0,384        | -0,267 | -0,005 | 0,255         | <b>-0,573</b> | -0,099       | -0,407 | 0,005  | <b>0,531</b>  | 0,388  | -0,297       | 1,000         |        |        |       |
| ffnf | 0,470         | 0,335         | 0,148  | -0,022 | -0,144        | 0,444         | 0,044        | 0,315  | -0,023 | <b>-0,584</b> | -0,458 | <b>0,520</b> | <b>-0,952</b> | 1,000  |        |       |
| psh  | 0,092         | -0,453        | 0,128  | 0,189  | 0,509         | -0,179        | -0,364       | -0,398 | 0,056  | 0,258         | -0,144 | 0,422        | 0,279         | -0,119 | 1,000  |       |
| sp   | <b>-0,547</b> | -0,453        | -0,065 | 0,041  | 0,261         | -0,335        | -0,448       | -0,420 | -0,267 | 0,114         | 0,183  | 0,001        | 0,354         | -0,413 | -0,052 | 1,000 |

$P < 0,05$  (**italic i bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klase; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini.

Tabela 84. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina hlebne pšenice na lokalitetu Padinska Skela u 2010-2011 godini.

|      | pr           | mhz          | bzk           | vb     | pb            | dk            | de           | du     | sz     | bk     | fe     | ff           | nfpi          | ffnf  | psh    | sp    |
|------|--------------|--------------|---------------|--------|---------------|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------|---------------|-------|--------|-------|
| pr   | 1,000        |              |               |        |               |               |              |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| mhz  | <b>0,605</b> | 1,000        |               |        |               |               |              |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| bzk  | 0,363        | 0,103        | 1,000         |        |               |               |              |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| vb   | -0,161       | 0,260        | 0,077         | 1,000  |               |               |              |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| pb   | 0,495        | -0,167       | -0,229        | -0,372 | 1,000         |               |              |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| dk   | 0,402        | 0,097        | <b>0,563</b>  | 0,025  | 0,152         | 1,000         |              |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| de   | <b>0,660</b> | <b>0,825</b> | 0,208         | 0,116  | 0,038         | 0,099         | 1,000        |        |        |        |        |              |               |       |        |       |
| du   | <b>0,527</b> | <b>0,637</b> | 0,310         | -0,117 | 0,008         | 0,480         | <b>0,720</b> | 1,000  |        |        |        |              |               |       |        |       |
| sz   | 0,336        | 0,405        | 0,140         | 0,465  | 0,087         | 0,164         | 0,478        | 0,038  | 1,000  |        |        |              |               |       |        |       |
| bk   | 0,237        | -0,043       | 0,321         | -0,128 | 0,254         | 0,366         | -0,030       | 0,218  | -0,245 | 1,000  |        |              |               |       |        |       |
| fe   | 0,176        | -0,046       | 0,070         | -0,288 | 0,263         | 0,177         | -0,068       | 0,130  | -0,430 | 0,371  | 1,000  |              |               |       |        |       |
| ff   | -0,020       | -0,100       | -0,392        | 0,295  | 0,418         | -0,491        | 0,072        | -0,374 | 0,450  | -0,334 | -0,246 | 1,000        |               |       |        |       |
| nfpi | -0,283       | -0,010       | <b>-0,597</b> | 0,285  | 0,063         | <b>-0,633</b> | 0,177        | -0,255 | 0,236  | -0,217 | -0,170 | <b>0,656</b> | 1,000         |       |        |       |
| ffnf | 0,388        | -0,003       | 0,413         | -0,091 | 0,271         | 0,372         | -0,123       | 0,003  | 0,125  | -0,068 | 0,006  | 0,026        | <b>-0,727</b> | 1,000 |        |       |
| psh  | 0,285        | -0,255       | 0,009         | -0,141 | <b>0,550</b>  | -0,065        | 0,035        | -0,249 | 0,153  | -0,054 | 0,131  | 0,563        | 0,275         | 0,109 | 1,000  |       |
| sp   | -0,250       | 0,090        | 0,314         | 0,108  | <b>-0,699</b> | 0,031         | -0,173       | 0,054  | -0,331 | -0,277 | -0,074 | -0,454       | -0,497        | 0,303 | -0,339 | 1,000 |

$P < 0,05$  (**italic i bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini.

Tabela 85. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina hlebne pšenice na lokalitetu Padinska Skela u 2011-2012 godini.

|      | pr     | mhz           | bzk          | vb     | pb            | dk     | de           | du     | sz           | bk     | fe     | ff           | nfpi          | ffnf  | psh   | sp    |
|------|--------|---------------|--------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------|--------------|---------------|-------|-------|-------|
| pr   | 1,000  |               |              |        |               |        |              |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| mhz  | 0,356  | 1,000         |              |        |               |        |              |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| bzk  | 0,513  | 0,132         | 1,000        |        |               |        |              |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| vb   | 0,339  | 0,075         | 0,086        | 1,000  |               |        |              |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| pb   | 0,122  | <b>-0,789</b> | -0,183       | 0,081  | 1,000         |        |              |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| dk   | 0,396  | 0,269         | <b>0,545</b> | 0,057  | -0,152        | 1,000  |              |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| de   | -0,036 | <b>0,777</b>  | -0,272       | -0,241 | <b>-0,685</b> | -0,273 | 1,000        |        |              |        |        |              |               |       |       |       |
| du   | 0,130  | <b>0,679</b>  | -0,014       | -0,327 | -0,480        | 0,357  | <b>0,626</b> | 1,000  |              |        |        |              |               |       |       |       |
| sz   | 0,037  | <b>0,601</b>  | 0,162        | -0,033 | <b>-0,725</b> | -0,016 | <b>0,570</b> | 0,042  | 1,000        |        |        |              |               |       |       |       |
| bk   | 0,120  | -0,365        | 0,158        | 0,133  | 0,451         | -0,011 | -0,478       | -0,335 | -0,258       | 1,000  |        |              |               |       |       |       |
| fe   | 0,363  | -0,308        | 0,025        | 0,095  | 0,483         | 0,033  | -0,404       | -0,204 | -0,421       | 0,306  | 1,000  |              |               |       |       |       |
| ff   | -0,039 | -0,062        | -0,022       | 0,376  | -0,058        | -0,424 | -0,008       | -0,435 | 0,100        | 0,105  | 0,363  | 1,000        |               |       |       |       |
| nfpi | -0,311 | -0,055        | -0,117       | 0,027  | -0,185        | -0,302 | 0,042        | -0,159 | 0,079        | 0,084  | 0,244  | <b>0,648</b> | 1,000         |       |       |       |
| ffnf | 0,329  | 0,069         | 0,120        | 0,152  | 0,132         | 0,111  | -0,012       | -0,044 | -0,001       | -0,106 | -0,134 | -0,239       | <b>-0,889</b> | 1,000 |       |       |
| psh  | 0,153  | 0,200         | -0,120       | 0,243  | -0,118        | 0,077  | 0,023        | -0,380 | <b>0,577</b> | -0,019 | 0,103  | 0,176        | -0,038        | 0,173 | 1,000 |       |
| sp   | 0,376  | 0,150         | 0,446        | 0,328  | -0,040        | 0,467  | -0,186       | -0,163 | 0,391        | 0,357  | -0,094 | -0,143       | -0,483        | 0,490 | 0,495 | 1,000 |

$P < 0,05$  (**italic i bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini.

#### 6.6.2. *Durum pšenica (Triticum durum Desf.)*

Postojanje gotovo potpune korelacije je ustanovljeno između sledećih agronomskih osobina: koeficijenta produktivnog bokorenja i prinosa (0,967) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 86), (0,962) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 88), (0,990) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (0,924) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 91), (0,986) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87). Vrlo jaka korelacija je utvrđena između koeficijenta produktivnog bokorenja i prinosa (0,818) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 90).

Postojanje jake korelacije je utvrđeno za sledeće kombinacije agronomskih osobina: visina biljke i prinos (0,683) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 86), (0,617) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90), (0,710) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); debljina zrna i masa hiljadu zrna (0,687) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 86), (0,622) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (0,702) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 90); broj zrna po klasu i masa hiljadu zrna (-0,624) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87); širina zrna i masa hiljadu zrna (0,670) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87), (0,667) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 88); debljina zrna i broj zrna po klasu (-0,668) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); koeficijent produktivnog bokorenja i visina biljke (0,708) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); koeficijent produktivnog bokorenja i širina zrna (0,636) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87); širina zrna i broj zrna po klasu (-0,630) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89); koeficijent produktivnog bokorenja i prinos (0,818) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 90); debljina zrna i dužina klasa (-0,692) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 90).

Srednja korelacija je ustanovljena između sledećih agronomskih osobina: širine zrna i mase hiljadu zrna (0,564) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86), (0,594) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (0,517) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91), dužine klasa i broja zrna po klasu (0,604) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 86); dužine zrna i broja zrna po klasu (-0,532) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86); koeficijenta produktivnog bokorenja i visine biljke (0,538) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86); debljina zrna i dužina klasa (-0,540) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86); širine zrna i prinosa (0,568) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87), (0,540) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91); visine biljke i prinosa (0,603) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 88); debljine zrna i mase hiljadu zrna (0,547) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 88), (0,522) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91); koeficijenta produktivnog bokorenja i visine biljke (0,532) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 88); mase

hiljadu zrna i prinosa (0,575) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (0,537) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); koeficijenta produktivnog bokorenja i mase hiljadu zrna (0,533) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89); širine zrna i broja zrna po klasu (-0,516) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87).

Postojanje gotovo potpune korelacije je ustanovljeno između sledećih hemijsko-tehnoloških osobina: odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor i neorganskog fosfora (-0,930) ( $P < 0,01$ ) (RS-2011) (tabela 86), (-0,943) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2011) (tabela 88). Utvrđeno je postojanje vrlo jake korelacije između sledećih hemijsko-tehnoloških osobina: odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor i neorganskog fosfora (-0,851) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87), (-0,809) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (-0,893) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 90), (-0,893) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 91); rastvorljivih proteina i PSH (0,824) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 91). Postojanje jake korelacije je utvrđeno za sledeće kombinacije hemijsko-tehnoloških osobina: rastvorljivi proteini i PSH (0,731) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); ukupni fenoli i  $\beta$ -karoten (0,625) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); odnos fitinski fosfor neorganski fosfor i fitinska kiselina (0,743) ( $P < 0,01$ ) (PS-2011) (tabela 90); PSH i  $\beta$ -karoten (0,635) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91).

Utvrđeno je postojanje srednje korelacije za sledeće parove hemijsko-tehnoloških osobina: PSH i odnos fitinski fosfor neorganski fosfor (0,520) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86); fitinska kiselina i ukupni fenoli (-0,522) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (-0,566) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 88); rastvorljivi proteini i PSH (0,530) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89); PSH i  $\beta$ -karoten (0,565) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); PSH i ukupni fenoli (0,554) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); staklavost zrna i  $\beta$ -karoten (-0,550) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); rastvorljivi proteini i  $\beta$ -karoten (0,541) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91).

Postojanje značajne korelacije je utvrđeno između sledećih parova agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina: prinosa i staklavosti zrna (-0,559) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86), (-0,733) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); broja zrna po klasu i staklavosti zrna (-0,607) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86), (0,522) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); koeficijenta produktivnog bokorenja i staklavosti zrna (-0,518) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86), (-0,674) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87), (-0,564) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89); širine zrna i PSH (0,545) ( $P < 0,05$ ) (RS-2011) (tabela 86),

(0,551) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87); mase hiljadu zrna i PSH (0,527) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87); visine biljke i PSH (0,729) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); visine biljke i staklavosti zrna (-0,668) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87); širine zrna i  $\beta$ -karotena (-0,691) ( $P < 0,01$ ) (RS-2012) (tabela 87), (-0,537) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 88); broja zrna po klasu i rastvorljivih proteina (-0,537) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2011) (tabela 88); mase hiljadu zrna i  $\beta$ -karotena (-0,666) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 89), (-0,614) ( $P < 0,05$ ) (RS-2012) (tabela 87); visine biljke i fitinske kiseline (-0,662) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 89); koeficijenta produktivnog bokorenja i rastvorljivih proteina (-0,681) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 89); dužine zrna i staklavosti zrna (-0,566) ( $P < 0,05$ ) (ZP-2012) (tabela 89); dužine klasa i  $\beta$ -karotena (0,608) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90); debljine zrna i  $\beta$ -karotena (-0,550) ( $P < 0,05$ ) (PS-2011) (tabela 90), (-0,782) ( $P < 0,01$ ) (PS-2012) (tabela 91); prinosa i fitinske kiseline (-0,535) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91); visine biljke i ukupnih fenola (0,523) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91); dužine klasa i odnosa fitinski fosfor neorganski fosfor (-0,585) ( $P < 0,05$ ) (PS-2012) (tabela 91); prinosa i rastvorljivih proteina (0,684) ( $P < 0,01$ ) (ZP-2012) (tabela 89).

Tabela 86. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina durum pšenice na lokalitetu Rimski Šančevi u 2010-2011 godini.

|      | pr            | mhz          | bzk           | vb           | pb            | dk            | de     | du     | sz           | bk     | fe     | ff     | nfpi          | ffnf         | psh    | sp     | stk   |
|------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|---------------|--------------|--------|--------|-------|
| pr   | 1,000         |              |               |              |               |               |        |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| mhz  | 0,448         | 1,000        |               |              |               |               |        |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| bzk  | 0,204         | -0,351       | 1,000         |              |               |               |        |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| vb   | <b>0,683</b>  | 0,466        | 0,185         | 1,000        |               |               |        |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| pb   | <b>0,967</b>  | 0,299        | 0,198         | <b>0,538</b> | 1,000         |               |        |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| dk   | 0,325         | -0,097       | <b>0,604</b>  | 0,182        | 0,365         | 1,000         |        |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| de   | 0,128         | <b>0,687</b> | -0,273        | 0,235        | -0,007        | <b>-0,540</b> | 1,000  |        |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| du   | 0,226         | 0,322        | <b>-0,532</b> | 0,137        | 0,297         | 0,050         | -0,144 | 1,000  |              |        |        |        |               |              |        |        |       |
| sz   | 0,254         | <b>0,564</b> | 0,199         | 0,260        | 0,113         | 0,197         | 0,271  | -0,221 | 1,000        |        |        |        |               |              |        |        |       |
| bk   | 0,175         | -0,410       | 0,319         | 0,276        | 0,249         | 0,279         | -0,493 | 0,100  | -0,464       | 1,000  |        |        |               |              |        |        |       |
| fe   | 0,471         | 0,029        | 0,276         | 0,403        | 0,404         | 0,224         | -0,140 | -0,009 | -0,064       | 0,224  | 1,000  |        |               |              |        |        |       |
| ff   | 0,046         | 0,504        | -0,475        | -0,220       | 0,022         | -0,004        | 0,214  | 0,216  | 0,243        | -0,477 | 0,087  | 1,000  |               |              |        |        |       |
| nfpi | 0,321         | 0,144        | -0,291        | 0,456        | 0,304         | -0,036        | 0,023  | 0,377  | 0,018        | 0,008  | -0,012 | -0,115 | 1,000         |              |        |        |       |
| ffnf | -0,270        | 0,065        | 0,049         | -0,469       | -0,256        | -0,004        | 0,075  | -0,204 | 0,046        | -0,171 | 0,021  | 0,443  | <b>-0,930</b> | 1,000        |        |        |       |
| psh  | 0,286         | 0,391        | 0,393         | 0,228        | 0,217         | 0,508         | 0,040  | -0,174 | <b>0,545</b> | 0,089  | -0,022 | 0,258  | -0,497        | <b>0,520</b> | 1,000  |        |       |
| sp   | -0,054        | -0,491       | -0,108        | -0,098       | -0,007        | -0,350        | -0,416 | 0,096  | -0,387       | 0,295  | 0,316  | -0,291 | 0,061         | -0,132       | -0,489 | 1,000  |       |
| stk  | <b>-0,559</b> | -0,100       | <b>-0,607</b> | -0,446       | <b>-0,518</b> | -0,395        | 0,123  | 0,041  | -0,479       | -0,119 | -0,230 | 0,218  | -0,149        | 0,218        | -0,357 | -0,029 | 1,000 |

$P < 0,05$  (*italic* i **bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk- $\beta$ -karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini; stk-staklavost zrna.

Tabela 87. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina durum pšenice na lokalitetu Rimski Šančevi u 2011-2012 godini.

|      | pr            | mhz           | bzk           | vb            | pb            | dk     | de     | du     | sz            | bk     | fe     | ff     | nfpi          | ffnf   | psh          | sp     | stk   |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------------|--------|-------|
| pr   | 1,000         |               |               |               |               |        |        |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| mhz  | 0,406         | 1,000         |               |               |               |        |        |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| bzk  | 0,052         | <b>-0,624</b> | 1,000         |               |               |        |        |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| vb   | <b>0,710</b>  | 0,317         | -0,171        | 1,000         |               |        |        |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| pb   | <b>0,986</b>  | 0,428         | -0,031        | <b>0,708</b>  | 1,000         |        |        |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| dk   | 0,166         | -0,325        | 0,324         | 0,357         | 0,095         | 1,000  |        |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| de   | -0,057        | 0,464         | <b>-0,668</b> | 0,226         | 0,011         | -0,374 | 1,000  |        |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| du   | -0,210        | 0,107         | 0,284         | -0,172        | -0,338        | -0,007 | -0,229 | 1,000  |               |        |        |        |               |        |              |        |       |
| sz   | <b>0,568</b>  | <b>0,670</b>  | <b>-0,516</b> | 0,350         | <b>0,636</b>  | -0,157 | 0,209  | -0,430 | 1,000         |        |        |        |               |        |              |        |       |
| bk   | -0,393        | <b>-0,614</b> | 0,490         | -0,129        | -0,494        | 0,377  | -0,381 | 0,419  | <b>-0,691</b> | 1,000  |        |        |               |        |              |        |       |
| fe   | 0,458         | 0,352         | -0,420        | 0,469         | 0,482         | 0,196  | 0,388  | -0,306 | 0,474         | -0,506 | 1,000  |        |               |        |              |        |       |
| ff   | -0,088        | 0,007         | 0,174         | -0,362        | -0,054        | -0,158 | -0,313 | 0,007  | 0,091         | -0,135 | -0,023 | 1,000  |               |        |              |        |       |
| nfpi | -0,406        | 0,003         | -0,247        | -0,128        | -0,401        | 0,413  | 0,133  | 0,000  | 0,021         | 0,094  | 0,075  | 0,097  | 1,000         |        |              |        |       |
| ffnf | 0,302         | 0,040         | 0,300         | -0,076        | 0,312         | -0,494 | -0,249 | 0,068  | -0,023        | -0,149 | -0,139 | 0,414  | <b>-0,851</b> | 1,000  |              |        |       |
| psh  | 0,473         | <b>0,527</b>  | -0,474        | <b>0,729</b>  | 0,512         | 0,322  | 0,195  | -0,252 | <b>0,551</b>  | -0,402 | 0,360  | -0,208 | 0,254         | -0,326 | 1,000        |        |       |
| sp   | 0,320         | 0,316         | -0,375        | 0,400         | 0,332         | 0,375  | -0,077 | -0,089 | 0,468         | -0,406 | 0,456  | -0,073 | 0,462         | -0,459 | <b>0,731</b> | 1,000  |       |
| stk  | <b>-0,733</b> | -0,231        | -0,216        | <b>-0,668</b> | <b>-0,674</b> | -0,336 | 0,199  | -0,105 | -0,344        | -0,116 | -0,164 | -0,034 | 0,289         | -0,259 | -0,363       | -0,091 | 1,000 |

$P < 0,05$  (*italic* i **bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk- $\beta$ -karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini; stk-staklavost zrna.

Tabela 88. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina durum pšenice na lokalitetu Zemun Polje u 2010-2011 godini.

|      | pr           | mhz          | bzk           | vb           | pb     | dk     | de     | du     | sz            | bk     | fe            | ff     | nfpi          | ffnf  | psh    | sp     | stk   |
|------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|-------|--------|--------|-------|
| pr   | 1,000        |              |               |              |        |        |        |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| mhz  | 0,417        | 1,000        |               |              |        |        |        |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| bzk  | 0,203        | -0,223       | 1,000         |              |        |        |        |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| vb   | <b>0,603</b> | 0,301        | 0,227         | 1,000        |        |        |        |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| pb   | <b>0,962</b> | 0,217        | 0,188         | <b>0,532</b> | 1,000  |        |        |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| dk   | 0,357        | 0,048        | 0,260         | 0,332        | 0,375  | 1,000  |        |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| de   | 0,217        | <b>0,547</b> | 0,065         | -0,001       | 0,047  | -0,435 | 1,000  |        |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| du   | 0,372        | 0,442        | -0,383        | 0,179        | 0,342  | 0,133  | 0,035  | 1,000  |               |        |               |        |               |       |        |        |       |
| sz   | 0,365        | <b>0,667</b> | 0,176         | 0,183        | 0,192  | 0,374  | 0,217  | -0,060 | 1,000         |        |               |        |               |       |        |        |       |
| bk   | -0,040       | -0,467       | 0,135         | 0,328        | 0,116  | 0,336  | -0,398 | 0,005  | <b>-0,537</b> | 1,000  |               |        |               |       |        |        |       |
| fe   | 0,359        | -0,114       | -0,232        | 0,484        | 0,379  | 0,136  | -0,207 | 0,092  | -0,187        | 0,311  | 1,000         |        |               |       |        |        |       |
| ff   | -0,216       | 0,214        | 0,297         | -0,285       | -0,345 | -0,164 | 0,433  | -0,173 | 0,435         | -0,474 | <b>-0,566</b> | 1,000  |               |       |        |        |       |
| nfpi | -0,130       | -0,064       | -0,430        | -0,112       | -0,071 | -0,264 | -0,296 | 0,181  | -0,166        | -0,287 | -0,191        | -0,085 | 1,000         |       |        |        |       |
| ffnf | 0,051        | 0,150        | 0,448         | 0,004        | -0,036 | 0,123  | 0,455  | -0,189 | 0,228         | 0,124  | -0,039        | 0,357  | <b>-0,943</b> | 1,000 |        |        |       |
| psh  | 0,284        | 0,104        | 0,288         | 0,483        | 0,189  | 0,507  | 0,072  | -0,189 | 0,480         | 0,178  | 0,235         | 0,295  | -0,341        | 0,298 | 1,000  |        |       |
| sp   | -0,116       | 0,163        | <b>-0,537</b> | -0,253       | -0,107 | -0,083 | 0,127  | 0,385  | -0,124        | 0,046  | 0,065         | 0,011  | -0,192        | 0,223 | -0,054 | 1,000  |       |
| stk  | -0,250       | 0,035        | 0,074         | -0,010       | -0,307 | -0,354 | 0,371  | 0,033  | -0,414        | 0,111  | 0,075         | -0,090 | -0,211        | 0,168 | -0,316 | -0,072 | 1,000 |

$P < 0,05$  (*italic* i **bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk- $\beta$ -karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini; stk-staklavost zrna.

Tabela 89. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina durum pšenice na lokalitetu Zemun Polje u 2011-2012 godini.

|      | pr           | mhz           | bzk           | vb            | pb            | dk     | de     | du            | sz     | bk     | fe            | ff     | nfpi          | ffnf   | psh          | sp     | stk   |
|------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|-------|
| pr   | 1,000        |               |               |               |               |        |        |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| mhz  | <b>0,575</b> | 1,000         |               |               |               |        |        |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| bzk  | -0,031       | -0,366        | 1,000         |               |               |        |        |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| vb   | 0,356        | 0,177         | 0,332         | 1,000         |               |        |        |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| pb   | <b>0,990</b> | <b>0,533</b>  | -0,084        | 0,339         | 1,000         |        |        |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| dk   | -0,303       | -0,276        | -0,397        | 0,076         | -0,245        | 1,000  |        |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| de   | 0,285        | <b>0,622</b>  | -0,020        | 0,259         | 0,273         | -0,325 | 1,000  |               |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| du   | 0,124        | 0,332         | -0,375        | 0,065         | 0,102         | 0,146  | 0,041  | 1,000         |        |        |               |        |               |        |              |        |       |
| sz   | 0,262        | <b>0,594</b>  | <b>-0,630</b> | -0,046        | 0,288         | -0,069 | 0,212  | 0,064         | 1,000  |        |               |        |               |        |              |        |       |
| bk   | -0,397       | <b>-0,666</b> | 0,087         | 0,163         | -0,368        | 0,411  | -0,425 | 0,090         | -0,245 | 1,000  |               |        |               |        |              |        |       |
| fe   | 0,237        | -0,110        | 0,179         | 0,445         | 0,247         | 0,170  | -0,326 | -0,156        | -0,280 | 0,022  | 1,000         |        |               |        |              |        |       |
| ff   | -0,452       | 0,201         | -0,290        | <b>-0,662</b> | -0,485        | -0,159 | 0,188  | -0,095        | 0,172  | -0,419 | <b>-0,522</b> | 1,000  |               |        |              |        |       |
| nfpi | -0,288       | -0,039        | -0,407        | -0,476        | -0,283        | 0,383  | -0,196 | 0,086         | 0,291  | 0,077  | -0,382        | 0,244  | 1,000         |        |              |        |       |
| ffnf | -0,022       | 0,128         | 0,210         | 0,031         | -0,050        | -0,474 | 0,273  | -0,077        | -0,236 | -0,286 | 0,071         | 0,354  | <b>-0,809</b> | 1,000  |              |        |       |
| psh  | 0,376        | 0,158         | -0,120        | 0,238         | 0,430         | 0,236  | 0,093  | -0,354        | 0,210  | -0,224 | 0,209         | -0,056 | -0,373        | 0,219  | 1,000        |        |       |
| sp   | <b>0,684</b> | 0,354         | -0,238        | 0,213         | <b>0,681</b>  | 0,238  | 0,162  | -0,036        | 0,117  | -0,293 | 0,161         | -0,206 | 0,090         | -0,249 | <b>0,530</b> | 1,000  |       |
| stk  | -0,498       | -0,428        | 0,480         | -0,231        | <b>-0,564</b> | -0,124 | -0,207 | <b>-0,566</b> | -0,325 | 0,053  | -0,137        | 0,421  | 0,187         | 0,047  | -0,149       | -0,181 | 1,000 |

$P < 0,05$  (*italic* i **bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk-β-karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini; stk-staklavost zrna.

Tabela 90. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina durum pšenice na lokalitetu Padinska Skela u 2010-2011 godini.

|      | pr           | mhz          | bzk          | vb     | pb     | dk            | de            | du     | sz     | bk            | fe           | ff     | nfpi          | ffnf   | psh    | sp     | stk   |
|------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|---------------|---------------|--------|--------|---------------|--------------|--------|---------------|--------|--------|--------|-------|
| pr   | 1,000        |              |              |        |        |               |               |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| mhz  | <b>0,537</b> | 1,000        |              |        |        |               |               |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| bzk  | 0,236        | -0,229       | 1,000        |        |        |               |               |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| vb   | <b>0,617</b> | 0,358        | 0,286        | 1,000  |        |               |               |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| pb   | <b>0,818</b> | 0,037        | 0,178        | 0,444  | 1,000  |               |               |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| dk   | -0,017       | -0,383       | 0,199        | 0,255  | 0,180  | 1,000         |               |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| de   | 0,254        | <b>0,702</b> | 0,067        | 0,139  | -0,202 | <b>-0,692</b> | 1,000         |        |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| du   | 0,194        | 0,097        | -0,081       | 0,073  | 0,181  | 0,099         | -0,239        | 1,000  |        |               |              |        |               |        |        |        |       |
| sz   | 0,020        | 0,468        | -0,379       | 0,034  | -0,197 | -0,264        | 0,503         | -0,456 | 1,000  |               |              |        |               |        |        |        |       |
| bk   | -0,113       | -0,206       | -0,198       | 0,327  | 0,036  | <b>0,608</b>  | <b>-0,550</b> | 0,255  | -0,116 | 1,000         |              |        |               |        |        |        |       |
| fe   | -0,313       | -0,072       | -0,096       | 0,211  | -0,340 | 0,279         | -0,111        | 0,143  | 0,059  | <b>0,625</b>  | 1,000        |        |               |        |        |        |       |
| ff   | -0,270       | 0,148        | -0,221       | -0,199 | -0,282 | -0,121        | 0,284         | -0,424 | 0,348  | -0,344        | 0,163        | 1,000  |               |        |        |        |       |
| nfpi | 0,222        | -0,302       | 0,232        | 0,302  | 0,381  | 0,327         | -0,244        | 0,430  | -0,148 | 0,220         | 0,140        | -0,390 | 1,000         |        |        |        |       |
| ffnf | -0,232       | 0,319        | -0,272       | -0,289 | -0,360 | -0,341        | 0,315         | -0,474 | 0,255  | -0,343        | -0,027       | 0,743  | <b>-0,893</b> | 1,000  |        |        |       |
| psh  | -0,236       | -0,135       | -0,251       | 0,063  | -0,196 | 0,062         | -0,064        | 0,083  | 0,055  | <b>0,565</b>  | <b>0,554</b> | -0,168 | 0,193         | -0,235 | 1,000  |        |       |
| sp   | -0,123       | -0,202       | -0,349       | -0,261 | 0,086  | 0,221         | -0,509        | 0,402  | -0,010 | 0,222         | -0,079       | -0,166 | 0,190         | -0,198 | 0,295  | 1,000  |       |
| stk  | 0,339        | 0,310        | <b>0,522</b> | -0,010 | 0,022  | -0,431        | 0,507         | -0,012 | -0,045 | <b>-0,550</b> | -0,464       | -0,366 | -0,010        | -0,148 | -0,341 | -0,378 | 1,000 |

$P < 0,05$  (*italic* i **bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk- $\beta$ -karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini; stk-staklavost zrna.

Tabela 91. Pearson-ovi koeficijenti korelacije agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina durum pšenice na lokalitetu Padinska Skela u 2011-2012 godini.

|      | pr            | mhz          | bzk    | vb           | pb     | dk            | de            | du     | sz     | bk           | fe     | ff     | nfpi          | ffnf   | psh          | sp     | stk   |
|------|---------------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|---------------|--------|--------|--------------|--------|--------|---------------|--------|--------------|--------|-------|
| pr   | 1,000         |              |        |              |        |               |               |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| mhz  | 0,381         | 1,000        |        |              |        |               |               |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| bzk  | 0,013         | 0,052        | 1,000  |              |        |               |               |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| vb   | 0,269         | -0,097       | 0,022  | 1,000        |        |               |               |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| pb   | <b>0,924</b>  | 0,161        | -0,267 | 0,266        | 1,000  |               |               |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| dk   | -0,137        | -0,167       | -0,377 | 0,344        | 0,027  | 1,000         |               |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| de   | 0,335         | <b>0,522</b> | -0,090 | 0,011        | 0,221  | -0,254        | 1,000         |        |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| du   | -0,170        | -0,104       | -0,236 | 0,260        | -0,044 | 0,325         | -0,199        | 1,000  |        |              |        |        |               |        |              |        |       |
| sz   | <b>0,540</b>  | <b>0,517</b> | -0,241 | -0,156       | 0,507  | -0,124        | 0,351         | -0,155 | 1,000  |              |        |        |               |        |              |        |       |
| bk   | -0,237        | -0,362       | 0,348  | -0,089       | -0,196 | 0,321         | <b>-0,782</b> | 0,263  | -0,433 | 1,000        |        |        |               |        |              |        |       |
| fe   | -0,203        | -0,167       | 0,016  | <b>0,523</b> | -0,227 | 0,070         | 0,165         | 0,233  | -0,469 | -0,288       | 1,000  |        |               |        |              |        |       |
| ff   | <b>-0,535</b> | 0,019        | -0,255 | -0,408       | -0,487 | -0,400        | 0,198         | 0,154  | 0,059  | -0,298       | -0,042 | 1,000  |               |        |              |        |       |
| nfpi | -0,321        | -0,286       | -0,460 | 0,139        | -0,215 | 0,375         | 0,031         | 0,061  | 0,024  | -0,222       | 0,142  | 0,377  | 1,000         |        |              |        |       |
| ffnf | 0,053         | 0,302        | 0,405  | -0,332       | -0,052 | <b>-0,585</b> | 0,010         | 0,042  | -0,030 | 0,145        | -0,135 | 0,064  | <b>-0,893</b> | 1,000  |              |        |       |
| psh  | 0,017         | -0,227       | 0,470  | -0,201       | 0,034  | -0,030        | -0,218        | 0,318  | -0,114 | <b>0,635</b> | -0,279 | -0,082 | -0,318        | 0,311  | 1,000        |        |       |
| sp   | 0,103         | 0,220        | 0,409  | -0,313       | 0,055  | -0,023        | -0,171        | 0,196  | 0,149  | <b>0,541</b> | -0,491 | -0,046 | -0,319        | 0,313  | <b>0,824</b> | 1,000  |       |
| stk  | -0,007        | -0,140       | -0,382 | -0,442       | 0,134  | -0,076        | 0,413         | -0,402 | 0,070  | -0,363       | -0,087 | 0,275  | 0,320         | -0,291 | -0,048       | -0,066 | 1,000 |

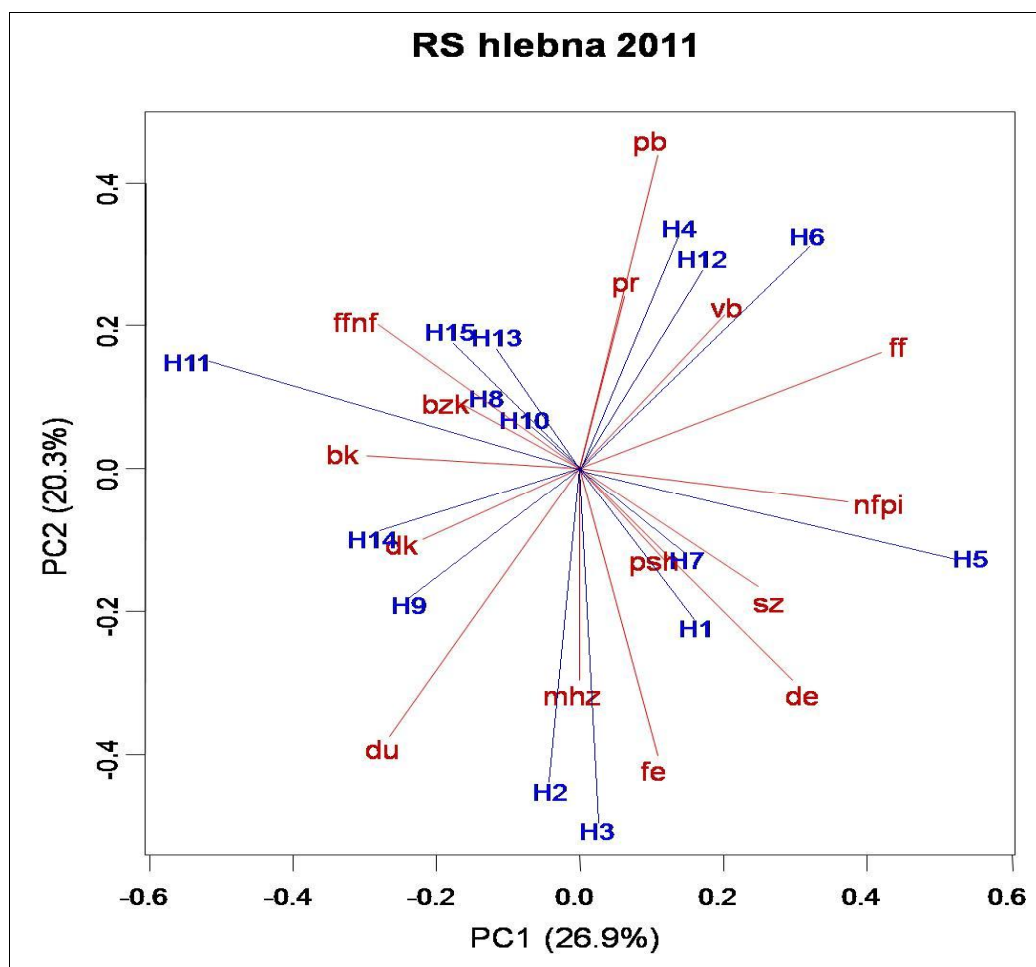
$P < 0,05$  (*italic* i **bold**);  $P < 0,01$  (**bold**); pr-prinos; mhz-masa hiljadu zrna; bzk-broj zrna po klasu; vb-visina biljke; pb-koeficijent produktivnog bokorenja; dk-dužina klasa; de-debljina zrna; du-dužina zrna; sz-širina zrna; fe-ukupni fenoli; bk- $\beta$ -karoten; ff-fitinska kiselina; nfpi-neorganski fosfor Pi; ffnf-odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora; psh-slobodne sulfhidrilne grupe proteina; sp-solubilni (rastvorljivi) proteini; stk-staklavost zrna.

## 6.7. GT biplot po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama pšenice

Biplot genotipa po osobinama (GT) se tumači sa određenim pravilima. Ako dva vektora osobina zaklapaju oštar ugao, njihova korelacija je pozitivna, ako zaklapaju tup ugao, korelacija među njima je negativna, dok ako je ugao prav, osobine su nezavisne. Performansa genotipa za određenu osobinu je bolja ako je ugao između vektora genotipa i vektora osobine  $< 90^\circ$ , lošija kao je ugao  $> 90^\circ$ , i blizu proseka ako je ugao  $90^\circ$ . Dužina genotipskog vektora koja predstavlja rastojanje od koordinatnog početka do markera genotipa, meri rastojanje genotipa od „prosečnog” genotipa., tj. njegov doprinos ili G ili GE efektu, ili oboma (Yan i Tinker, 2006). Genotipovi sa kraćim vektorima imaju mali doprinos za G i/ili GE, genotipovi sa dužim vektorima imaju veći doprinos za G i/ili GE. Stoga genotipovi sa najdužim vektorima su ili najbolji ili najslabiji ili najnestabilniji za određene osobine.

### 6.7.1. Hlebna pšenica (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*)

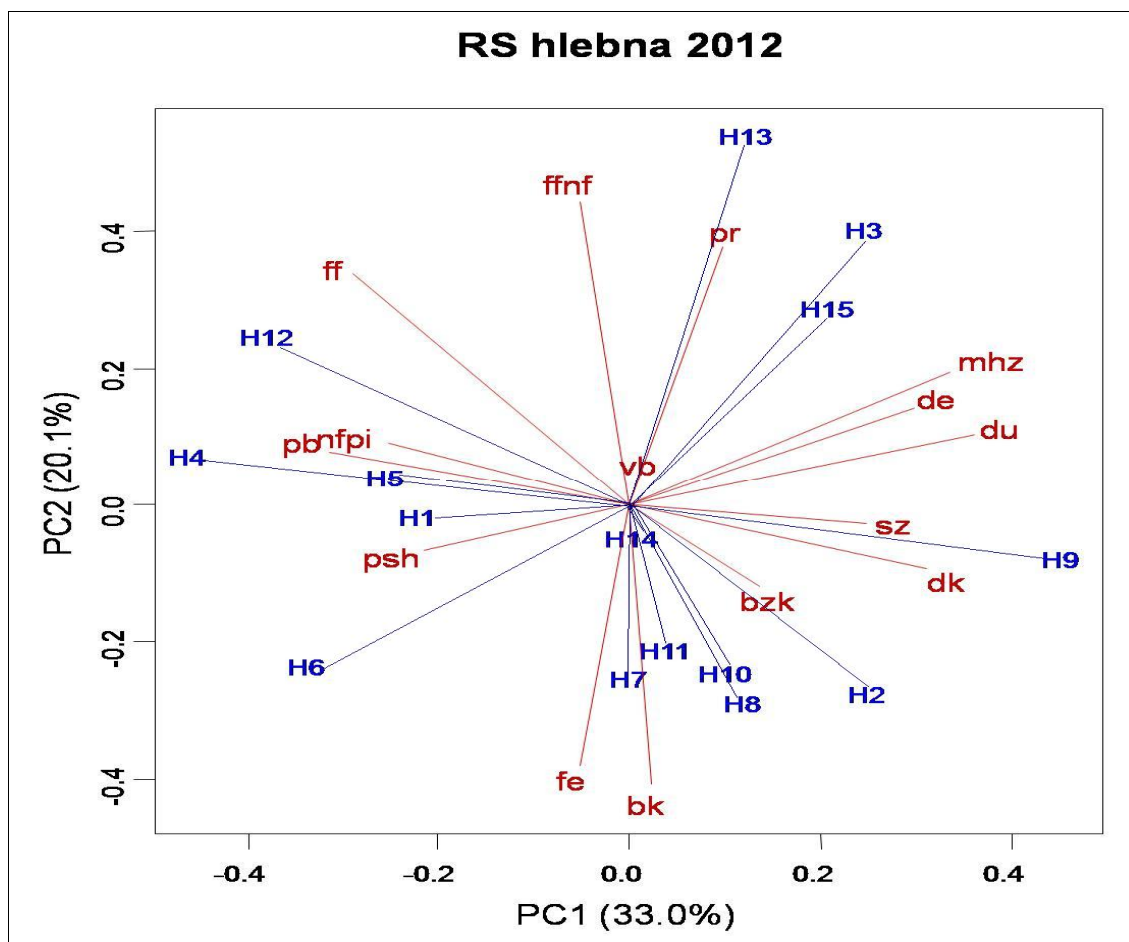
GT biplot genotipova hlebne pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu RS-11 je predstavljen na grafikonu 34. GT biplot je prikazao 47,2% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja PSH, fenola i sadržaja fitinske kiseline. Fitinska kiselina je pokazala negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem fitinske kiseline, a negativno sa sadržajem PSH, fenola i  $\beta$ -karotena. Sadržaj PSH je bio blisko povezan sa debljinom i širinom zrna. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) H4, H12, H6; (2) H15, H13, H8, H10 i H11.



Grafikon 34. GT biplot genotipova hlebne pšenice (H1-H15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Rimski Šančevi u 2011 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 80.

GT biplot genotipova hlebne pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu RS-12 je predstavljen na grafikonu 35. GT biplot je prikazao 53,1% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja PSH, fenola i  $\beta$ -karotena. Fitinska kiselina je pokazala pozitivnu povezanost sa sadržajem PSH, i negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem fitinske kiseline, a negativno sa sadržajem PSH, fenola i  $\beta$ -karotena. Od agronomskih osobina pozitivna povezanost je utvrđena za: masu hiljadu zrna, debljinu zrna, dužinu zrna, širinu zrna, dužinu klasa, broj zrna po klasu, prinos i visinu biljke. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i

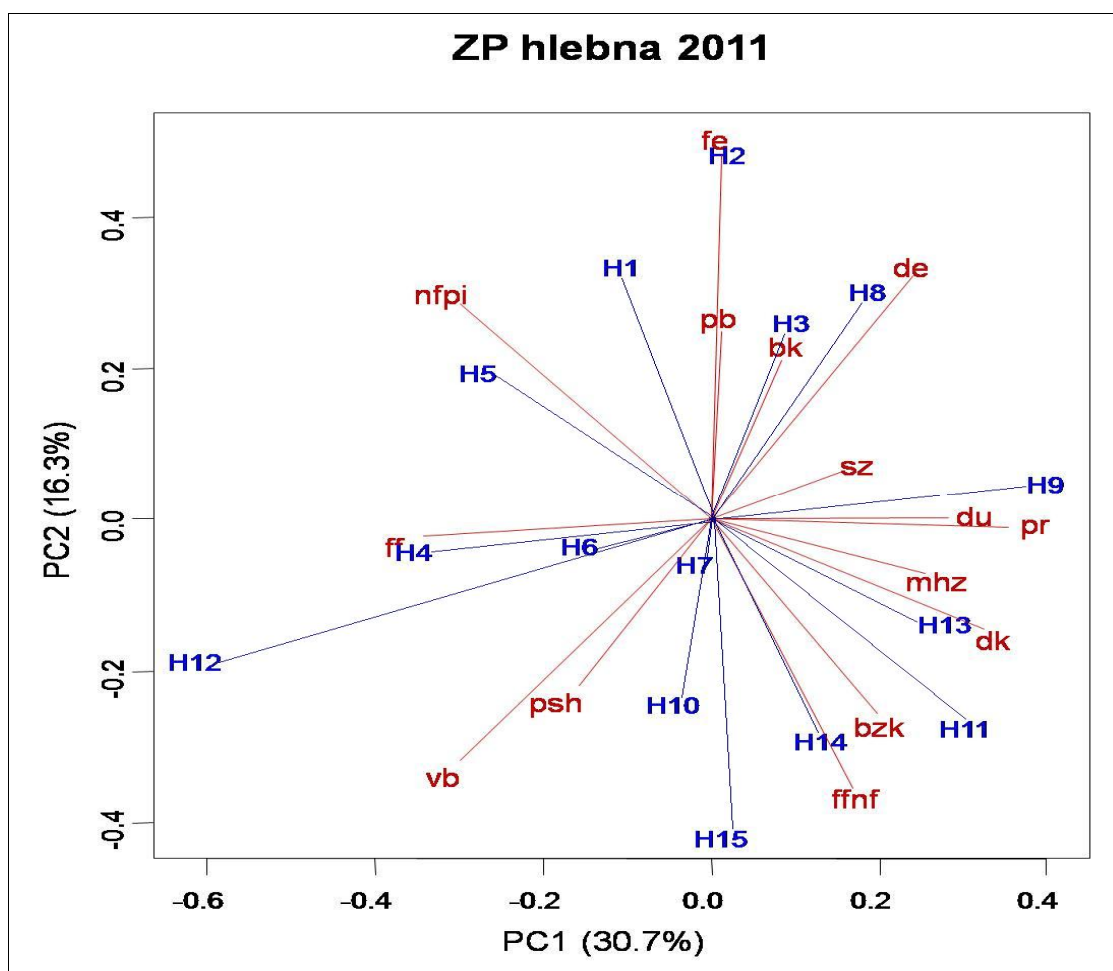
hemijsko tehnoloških osobina su: (1) H13, H3, H15; (2) H12, H4, H5, H1; (3) H14, H7, H11, H10, H8.



Grafikon 35. GT biplot genotipova hlebne pšenice (H1-H15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Rimski Šančevi u 2012 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 80.

GT biplot genotipova hlebne pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu ZP-11 je predstavljen na grafikonu 36. GT biplot je prikazao 47% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja fenola i  $\beta$ -karotena, kao i njihova negativna povezanost sa sadržajem PSH. Fitinska kiselina je pokazala pozitivnu povezanost sa sadržajem PSH, i negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem  $\beta$ -karotena, negativno sa sadržajem fitinske kiseline, PSH, a bio je i nezavistan u odnosu

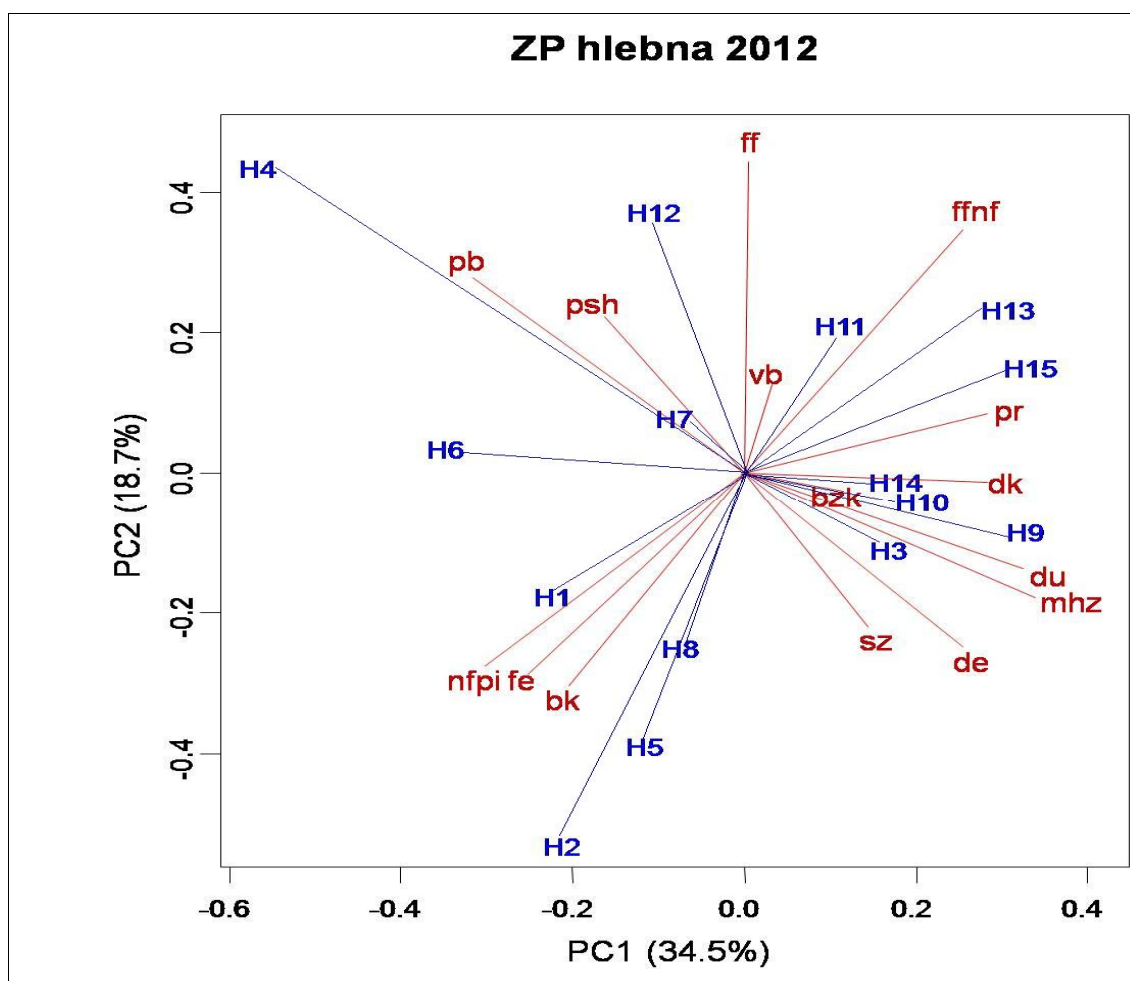
na sadržaj ukupnih fenola. Utvrđena je pozitivna povezanost debljine zrna sa  $\beta$ -karotenom, koeficijenta produktivnog bokorenja sa fenolima, i visine biljke sa sadržajem PSH. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) H2, H3, H8, H1; (2) H14, H13, H11; (3) H4, H12, H6; (4) H7, H10 i H15.



Grafikon 36. GT biplot genotipova hlebne pšenice (H1-H15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Zemun Polje u 2011 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 80.

GT biplot genotipova hlebne pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu ZP-12 je predstavljen na grafikonu 37. GT biplot je prikazao 53,2% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja fenola,  $\beta$ -karotena, i PSH. Fitinska kiselina je pokazala pozitivnu povezanost sa

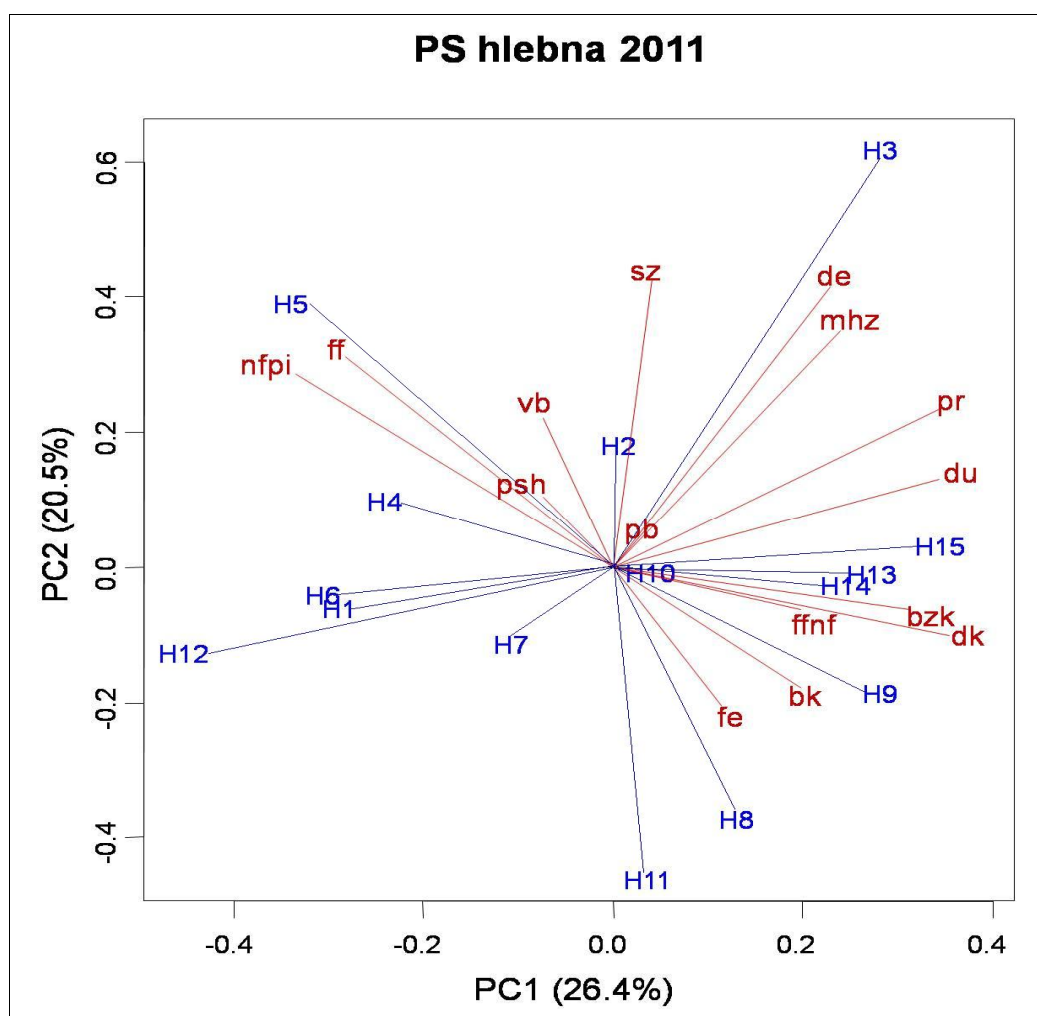
sadržajem PSH, i negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem fitinske kiseline, i negativno povezan sa sadržajem ukupnih fenola,  $\beta$ -karotena i PSH. Utvrđena je pozitivna povezanost visine biljke i sadržaja fitinske kiseline, kao i koeficijenta produktivnog bokorenja sa sadržajem PSH. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) H11, H13, H15; (2) H14, H10, H9, H3; (3) H8, H5, H2; (4) H7, H12 i H4.



Grafikon 37. GT biplot genotipova hlebne pšenice (H1-H15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Zemun Polje u 2012 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 80.

GT biplot genotipova hlebne pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu PS-11 je predstavljen na grafikonu 38. GT biplot je prikazao

46,9% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja fenola i  $\beta$ -karotena, dok su oni negativnu povezanost ispoljili sa sadržajem PSH. Fitinska kiselina je pokazala pozitivnu povezanost sa sadržajem PSH, i negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem ukupnih fenola i  $\beta$ -karotena, i negativno povezan sa sadržajem PSH i sadržajem fitinske kiseline. Utvrđena je pozitivna povezanost visine biljke sa sadržajem fitinske kiseline i sa sadržajem PSH, kao i broja zrna po klasu i dužine klasa sa sadržajem  $\beta$ -karotena. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) H15, H13, H14, H10, H9; (2) H6, H12, H1, H7, H4.

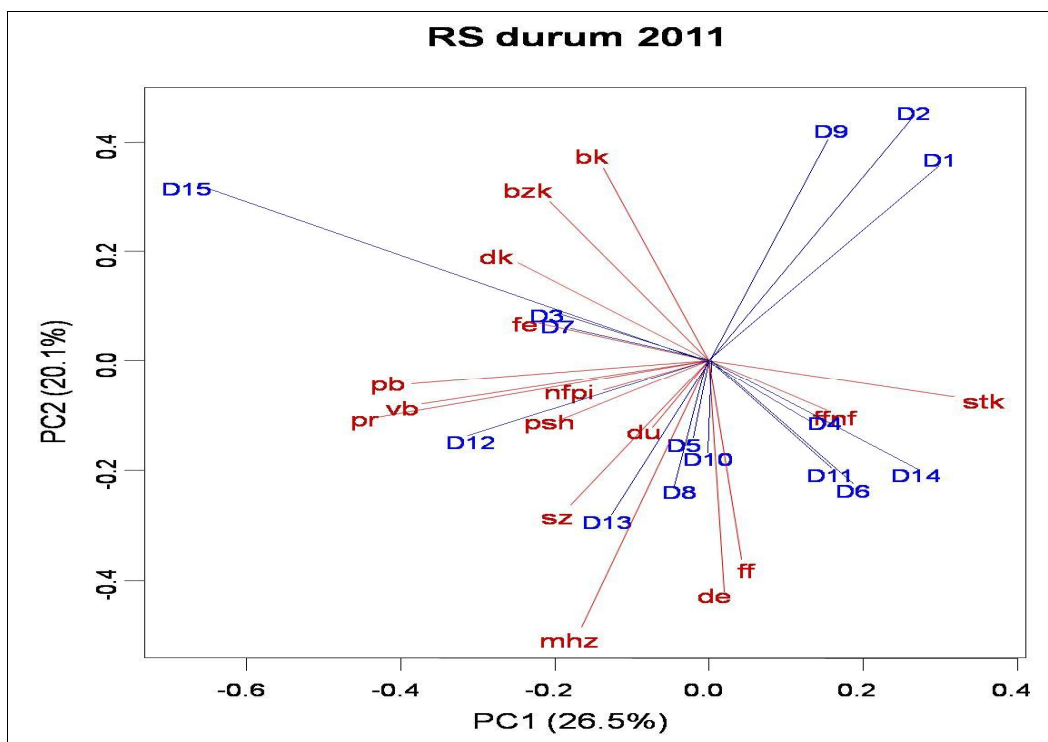


Grafikon 38. Biplot genotipova hlebne pšenice (H1-H15) po hemijsko-tehnološkim i agronomskim osobinama na lokalitetu Padinska Skela u 2011 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 80.



### 6.7.2. Durum pšenica (*Triticum durum* Desf.)

GT biplot genotipova durum pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu RS-11 je predstavljen na grafikonu 40. GT biplot je prikazao 46,6% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja fenola,  $\beta$ -karotena, i PSH. Fitinska kiselina je pokazala pozitivnu povezanost sa sadržajem PSH, i negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem ukupnih fenola, PSH, i  $\beta$ -karotena. Staklavost zrna je bila negativno povezana sa sadržajem sva tri proučavana antioksidansa i pozitivno sa sadržajem fitinske kiseline. Utvrđena je pozitivna povezanost visine biljke i koeficijenta produktivnog bokorenja sa sadržajem PSH, broja zrna po klasu i sadržaja  $\beta$ -karotena, debljine zrna i sadržaja fitinske kiseline, dužine klasa i ukupnih fenola. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su: (1) D9, D2, D1; (2) D4, D14, D11, D6; (3) D5, D10, D8, D13; (4) D3, D7, D15.



Grafikon 40. GT biplot genotipova durum pšenice (D1-D15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Rimski Šančevi u 2011 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 86.

**RS durum 2012**

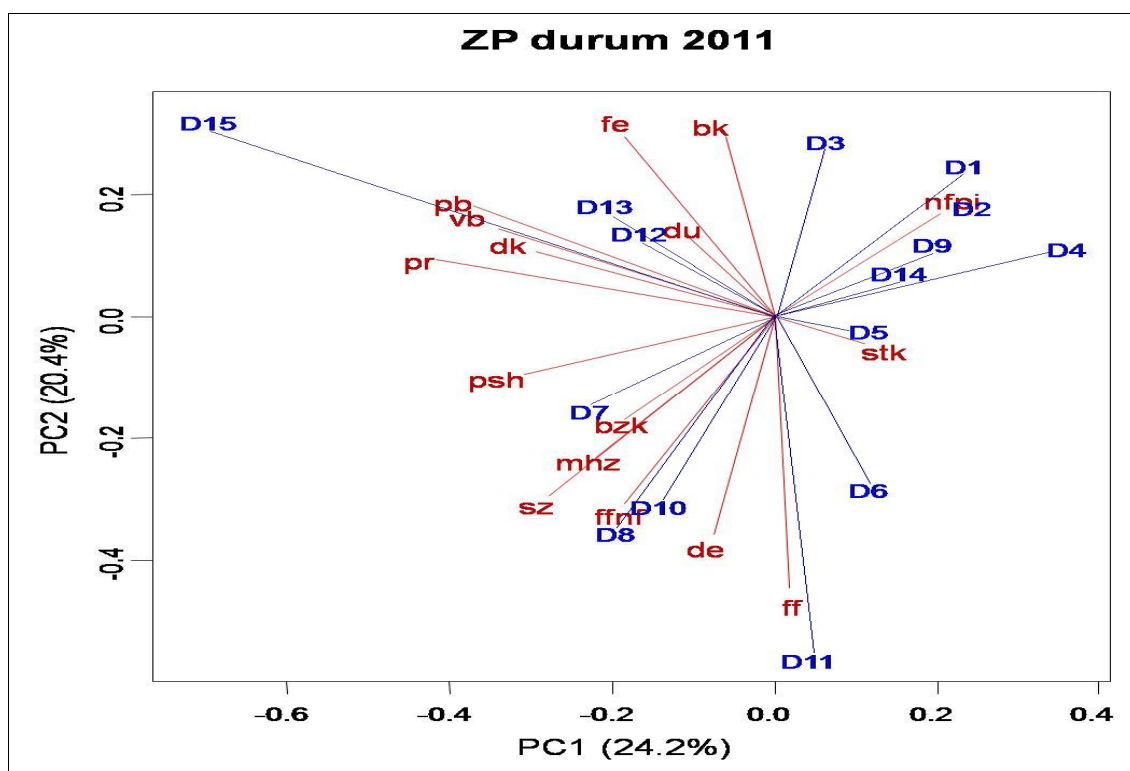
PC2 (19.7%)

PC1 (33.6%)

Genotypes (D1-D15) and traits (bk, bz, ff, ffnf, dk, du, ff, vb, sz, sh, mh, de, nfpi, stk, pr, pb) are plotted as vectors originating from the center (0,0). Genotypes are labeled in blue, and traits are labeled in red.

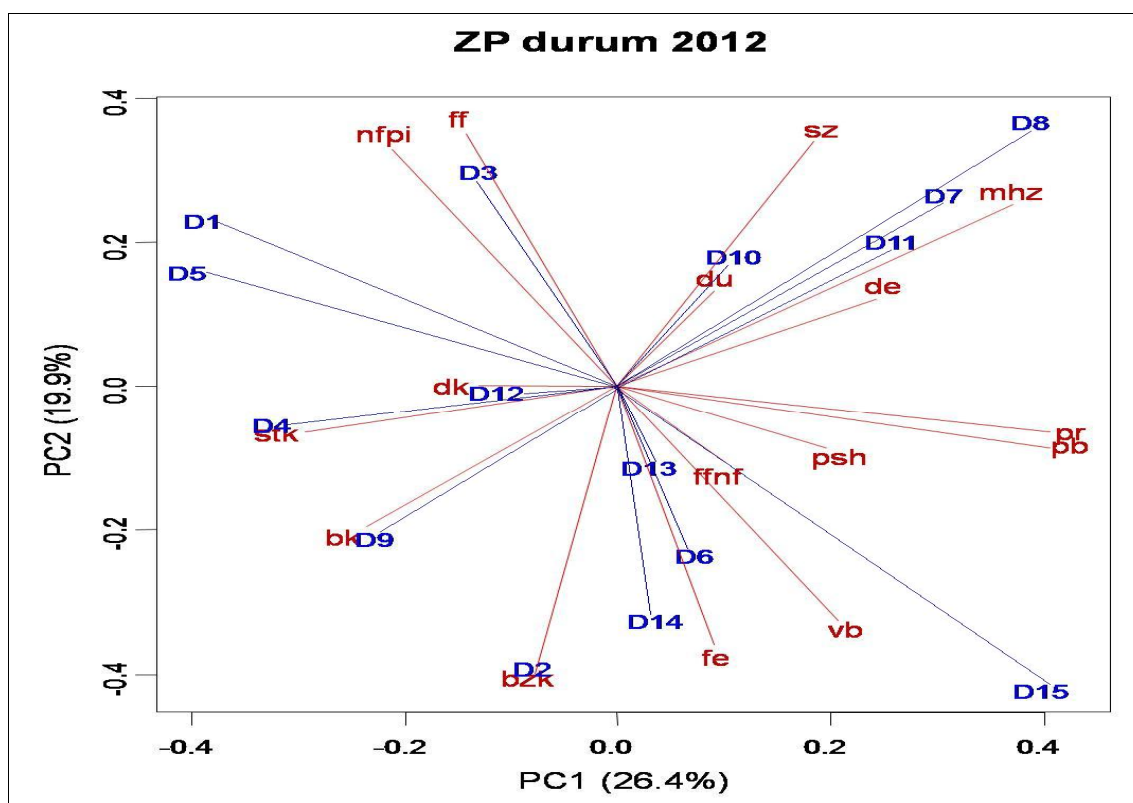
174

GT biplot genotipova durum pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu ZP-11 je predstavljen na grafikonu 42. GT biplot je prikazao 44,6% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja fenola i  $\beta$ -karotena. Sadržaj PSH je bio pozitivno povezan sa sadržajem fenola i nezavistan u odnosu na sadržaj  $\beta$ -karotena. Fitinska kiselina je pokazala pozitivnu povezanost sa sadržajem PSH, i negativnu povezanost sa sadržajem  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem ukupnih fenola, PSH i  $\beta$ -karotena, dok je negativnu povezanost pokazao sa sadržajem fitinske kiseline. Staklavost zrna je bila pozitivno povezana sa sadržajem fitinske kiseline, i negativno povezana sa sadržajem  $\beta$ -karotena, fenola i PSH. Utvrđena je pozitivna povezanost broja zrna po klasu, mase hiljadu zrna i širine zrna sa sadržajem PSH, debljine zrna i sadržaja fitinske kiseline, dužine zrna i ukupnih fenola. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) D1, D2, D9, D14, D4, D5; (2) D13, D12, D15.



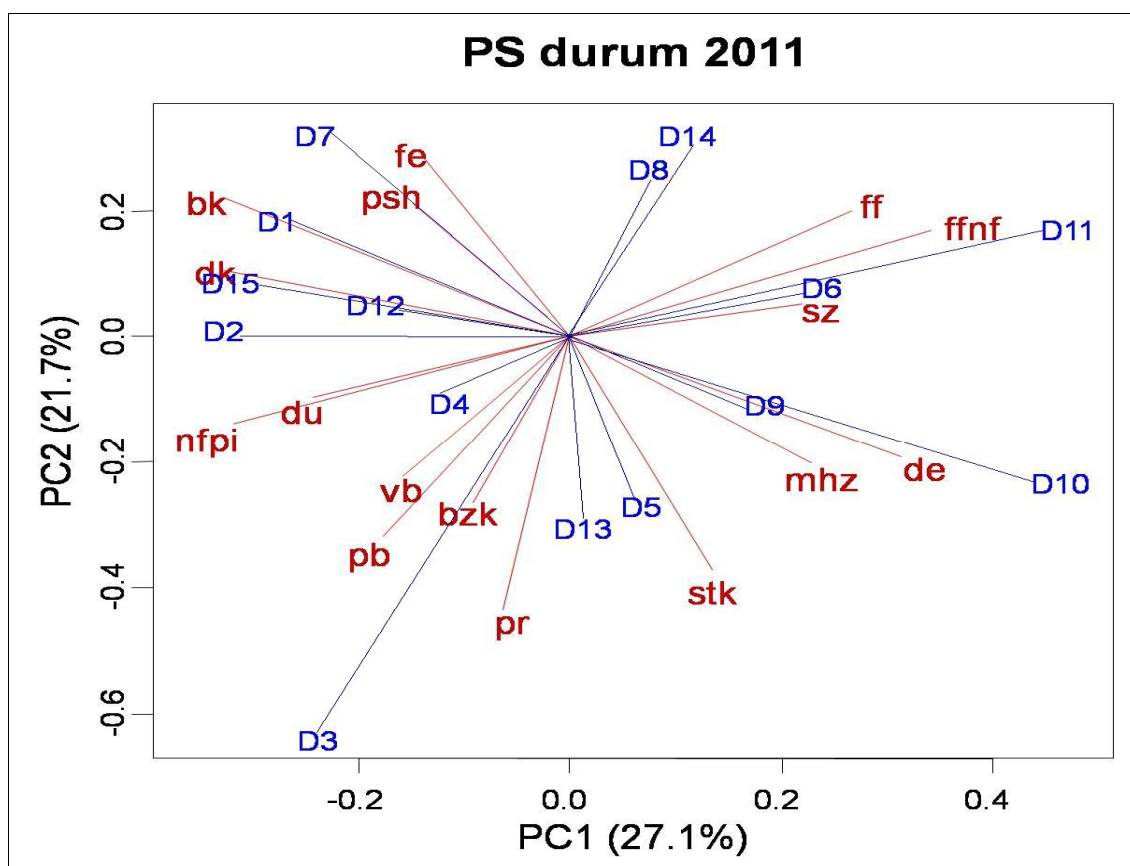
Grafikon 42. GT biplot genotipova durum pšenice (D1-D15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Zemun Polje u 2011 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 86.

GT biplot genotipova durum pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu ZP-12 je predstavljen na grafikonu 43. GT biplot je prikazao 46,3% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Utvrđena je pozitivna povezanost sadržaja fenola sa  $\beta$ -karotenom, kao i sa PSH. Sadržaj fitinske kiseline je bio nezavistan u odnosu na sadržaj  $\beta$ -karotena, dok je negativnu povezanost pokazao sa sadržajem ukupnih fenola i PSH. Prinos je bio pozitivno povezan sa sadržajem ukupnih fenola i PSH, dok je negativnu povezanost pokazao sa sadržajem fitinske kiseline i sadržajem  $\beta$ -karotena. Staklavost zrna je bila pozitivno povezana sa sadržajem fitinske kiseline i sadržajem  $\beta$ -karotena, i negativno sa sadržajem fenola i PSH. Utvrđena je pozitivna povezanost koeficijenta produktivnog bokorenja sa sadržajem PSH. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) D10, D11, D7, D8; (2) D14, D6, D13, D2.



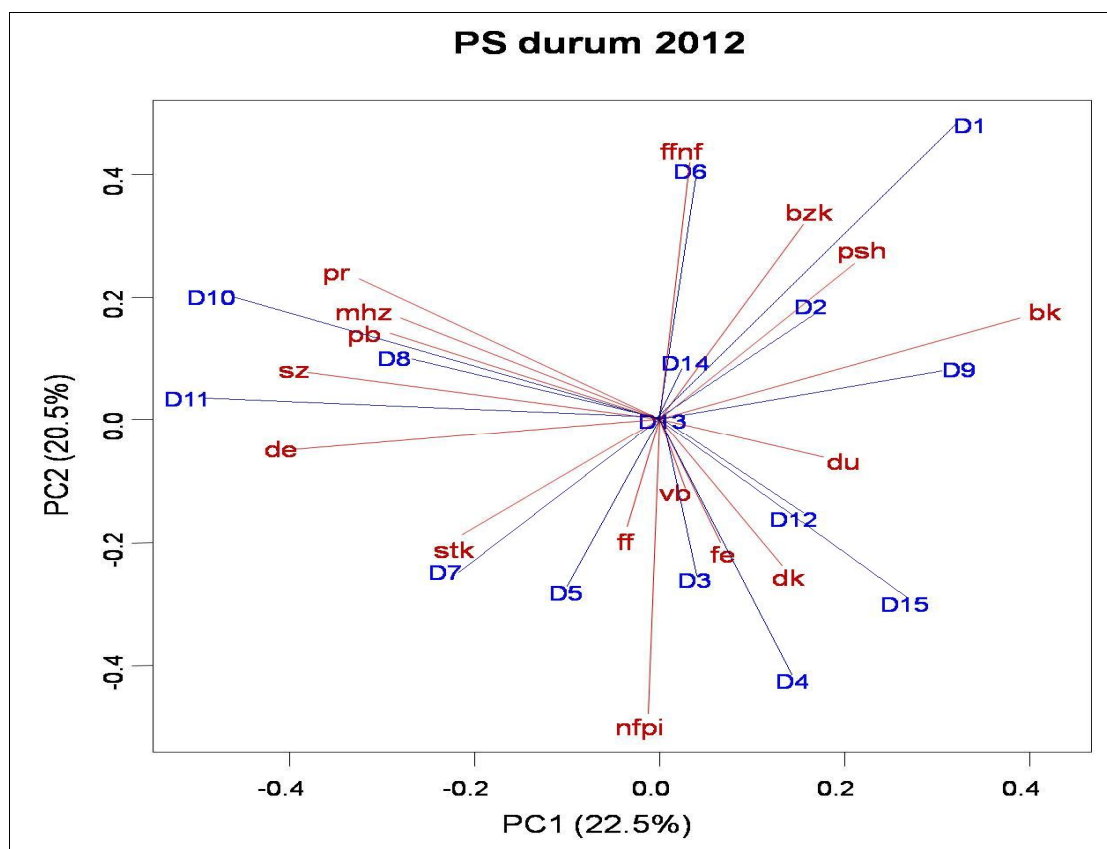
Grafikon 43. GT biplot genotipova durum pšenice (D1-D15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Zemun Polje u 2012 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 86.

GT biplot genotipova durum pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu PS-11 je predstavljen na grafikonu 44. GT biplot je prikazao 48,8% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Pozitivnu povezanost su ispoljili sadržaj fenola,  $\beta$ -karotena, i PSH. Sadržaj fitinske kiseline je pokazao negativnu povezanost sa sadržajem ukupnih fenola, PSH i  $\beta$ -karotena. Prinos je bio negativno povezan sa sadržajem ukupnih fenola, PSH, fitinskom kiselinom, i  $\beta$ -karotenom. Staklavost zrna je bila pozitivno povezana sa sadržajem fitinske kiseline, i negativno sa sadržajem fenola,  $\beta$ -karotena i PSH. Utvrđena je pozitivna povezanost dužine klasa sa sadržajem  $\beta$ -karotena, i širine zrna sa sadržajem fitinske kiseline. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) D2, D12, D15, D1, D7; (2) D9, D10, D6, D1.



Grafikon 44. GT biplot genotipova durum pšenice (D1-D15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama na lokalitetu Padinska Skela u 2011 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 86.

GT biplot genotipova durum pšenice po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za sredinu PS-12 je predstavljen na grafikonu 45. GT biplot je prikazao 43% ukupne varijanse standardizovanih podataka. Pozitivnu povezanost je ispoljio sadržaj fenola i PSH sa  $\beta$ -karotenom. Sadržaj fitinske kiseline je ispoljio pozitivnu povezanost sa sadržajem fenola, dok je negativnu povezanost ispoljio sa sadržajem PSH i  $\beta$ -karotenom. Prinos je bio negativno povezan sa sadržajem ukupnih fenola, fitinske kiseline, PSH, i  $\beta$ -karotenom. Staklavost zrna je bila pozitivno povezana sa sadržajem fenola i fitinske kiseline, i negativno sa sadržajem  $\beta$ -karotena i PSH. Utvrđena je pozitivna povezanost visine biljke i dužine klasa sa sadržajem ukupnih fenola, kao i broja zrna po klasu sa sadržajem PSH. Grupe genotipova sa sličnim profilima agronomskih i hemijsko tehnoloških osobina su: (1) D14, D6, D1, D2, D9; (2) D8, D10, D11; (3) D12, D15, D4, D3.



Grafikon 45. GT biplot genotipova durum pšenice (D1-D15) po agronomskim i hemijsko-tehnološkim osobinama za lokalitet Padinska Skela u 2012 godini. Detalji za genotipove su dati u tabelama 1 i 2. Skraćenice agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina su date u tabeli 86.

## 7. DISKUSIJA

Pšenica se tradicionalno odabira na osnovu prinosa i tehnološkog kvaliteta, dok je nutritivna vrednost zrna gotovo zanemarena (Žilić i sar., 2010). Kvalitet pšenice je određen nutritivnim sadržajem zrna i postizanje standarda kvaliteta je složeno, jer je pod uticajem genotipa, sredine i interakcije genotip  $\times$  sredina. Razumevanje ovih efekata je neophodno za postavljanje ciljeva i strategije oplemenjivanja za visok prinos i konzistentne i specifične osobine kvaliteta prilagođene potrebama tržišta (Vázquez i sar., 2012). Takođe je potencijal pšenice u mlinskoj industriji i krajnji kvalitet određen fizičkim osobinama zrna, koje su isto pod uticajem genetičkih činilaca, sredine i njihove interakcije (Dexter i Edwards, 1998).

U ovom istraživanju je korišćen divergentan genetički materijal od po 15 genotipova hlebne i durum pšenice koji su po poreklu pripadali balkanskom regionu, ostalim evropskim područjima, te američkom (CIMMYT, Meksiko) i azijskom kontinentu (ICARDA-Sirija). Ogledi su bili posejani na tri lokaliteta (Rimski Šančevi, Zemun Polje, Padinska Skela) tokom dve sezone gajenja pšenice (2010-11 i 2011-12) koje su generalno klimatski bile različite: 2011-12 je na svim lokalitetima bila toplija, naročito tokom nalivanja zrna u junu mesecu, i sa manje padavina u toku cvetanja i nalivanja zrna (maj i jun). To je rezultiralo da su prinosi hlebne i durum pšenice u proseku za sve lokalitete u sezoni 2011-12 bili niži za 13,2 i 23,6%, po redosledu, u odnosu na sezonu 2010-11. Lokaliteti su se razlikovali po tipu zemljišta. Zemljište na lokalitetu Padinska Skela je ritska crnica dok je na preostala dva lokaliteta černozem. Kompleks specifičnih agroekoloških uslova na lokalitetu Padinska Skela je uslovio najveće prosečne vrednosti za obe godine za osobine: prinos zrna, dužina klasa, broj zrna po klasu, koeficijent produktivnog bokorenja, sadržaj ukupnih fenola i za hlebu i za durum pšenicu. Utvrđene hemijske osobine zemljišta i pristupačni sadržaji azota, fosfora i kalijuma na sva tri lokaliteta tokom obe sezone su bili povoljni za normalan razvoj biljaka, i nije bilo deficita sadržaja makrohranljivih elemenata.

Na osnovu t-testa je utvrđeno postojanje značajnih razlika prosečnih vrednosti za sve agronomske osobine između hlebne i durum pšenice osim za broj zrna po klasu i koeficijent produktivnog bokorenja. Što se tiče proučavanih hemijsko-tehnoloških osobina nisu utvrđene značajne razlike za prosečne vrednosti po svim sredinama između

hlebne i durum pšenice, osim za sadržaj rastvorljivih proteina. Hlebna pšenica je više varirala za masu hiljadu zrna, visinu biljke, dužinu klasa, broj zrna po klasu, dužinu zrna, sadržaj fitinske kiseline, sadržaj neorganskog fosfora, sadržaj ukupnih fenola i sadržaj rastvorljivih proteina u odnosu na durum pšenicu (veći koeficijent fenotipske varijacije).

Prinos zrna hlebne pšenice je bio za 20% veći u odnosu na genotipove durum pšenice što je u saglasnosti sa rezultatima drugih autora (Cseuz i sar., 2008; Abaye i sar., 2009; Rachon i Szumilo, 2009), dok su Ali i Shakor (2012) utvrdili veći prinos genotipova durum pšenice. Heritabilnost u širem smislu ( $h^2_s$ ) za prinos zrna za genotipove hlebne i durum pšenice u ovom radu je bilo skoro istovetna i umereno visoka. Koeficijenti genetičke varijacije ( $CV_g$ ) i fenotipske varijacije ( $CV_f$ ) su bili manji do tri puta kod hlebne pšenice u odnosu na durum pšenicu kod koje je variranje bilo visoko. Više vrednosti za heritabilnost u širem smislu za prinos zrna hlebne pšenice su saopštili drugi autori (Jagshoran, 1995; Khalid i sar., 2011; Ali i Shakor, 2012). Niže vrednosti za heritabilnost u širem smislu i veće fenotipsko variranje od dobijenih u ovom radu za hlebu pšenicu su saopštili Aydin i sar. (2010), dok su niže fenotipsko variranje dobili Akçura (2009) i Tsegaye i sar. (2012). Niže vrednosti od dobijene heritabilnosti u širem smislu za durum pšenicu u ovom radu su utvrdili Ali i Shakor (2012) i Khan i Naqvi (2011). Komponenta varijanse usled interakcije genotip  $\times$  sredina je bila veća dva puta u odnosu na genetičku komponentu varijanse i kod hlebne i kod durum pšenice. Najveći uticaj na ekspresiju prinosa zrna hlebne pšenice je ostvarila sredina, potom genotip  $\times$  sredina interakcija i genotip, što je u saglasnosti sa rezultatima Dodig i sar. (2012). Kod durum pšenice hijerarhija uticaja je bila: genotip  $\times$  sredina interakcija > genotip > sredina. Takođe su i Aycicek i Yildirim (2006) za genotipove hlebne pšenice utvrdili značajan uticaj svih izvora variranja na prinos zrna. Efekat genotipa je u odnosu na GEI bio 1,85 puta veći kod hlebne pšenice u istraživanju Aydin i sar. (2010), dok je u ovom radu bio manji i iznosio je 0,77.

Masa hiljadu zrna je bila veća za 14,4% kod genotipova durum pšenice u odnosu na hlebu pšenicu što je u saglasnosti sa Ali i Shakor (2012). Ovaj parametar aproksimira prinos zrna genotipova pšenice i predstavlja jednu od komponenti prinosa i parametar kvaliteta koji se lako meri (Baril, 1992). Varijabilnost mase hiljadu zrna hlebne pšenice su proučavali mnogi autori (Aycicek i Yildirim, 2006; Ali i sar., 2008;

Eid, 2009; Aydin i sar., 2010) kao i durum pšenice (Baum i sar., 1995; Akçura, 2009). Heritabilnost u širem smislu je bila veoma visoka za hlebnu pšenicu i visoka za durum genotipove, što je u saglasnosti sa rezultatima Tsegaye i sar. (2012) i Ali i Shakor (2012). Genetičko i fenotipsko variranje je bilo malo i kod durum i kod hlebne pšenice, ali za trećinu veće kod hlebne pšenice. Više vrednosti za  $h^2_g$  od dobijenih u ovom radu za hlebnu pšenicu su utvrdili Baum i sar. (1995) i Ali i sar. (2008), dok su niže vrednosti saopštili drugi autori (Eid, 2009; Gegas i sar., 2010; Khan i Naqvi, 2011; Degewione i sar., 2013). Primenom ANOVA utvrđeno je da je uticaj izvora variranja na masu hiljadu zrna kod hlebne pšenice imao sledeći redosled: genotip > sredina > genotip × sredina interakcija. Efekat genotipa je u odnosu na genotip × sredina interakciju je bio 5,58 puta veći u ovom radu slično rezultatima Aydin i sar. (2010). Analizom varijanse za durum pšenicu je utvrđeno da je za masu hiljadu zrna najznačajniji izvor variranja bila sredina, zatim genotip pa genotip × sredina interakcija, što je u saglasnosti sa Rharrabti i sar. (2003).

Visina biljke kod genotipova hlebne pšenice je imala višu prosečnu vrednost za 19,4% u odnosu na genotipove durum pšenice, što je slično sa Ali i Shakor (2012). Visina biljke je veoma važna karakteristika za ostvarivanje visokog i stabilnog prinosa pšenice. Varijeteti pšenice sa prekomernom visinom su skloni poleganju u uslovima pojačanog đubrenja, što vodi smanjenju prinosa. Varijeteti koji su previše niski imaju gušći sklop listova, loše provetravanje i prenos svetlosti od srednjeg ka donjem delu sklopa, što utiče na naliivanje zrna, nastajanje šturih zrna i smanjenje prinosa (Zhang i sar., 2011). Varijabilnost hlebne i durum pšenice za visinu biljke su proučavali mnogi autori (Aycicek i Yildirim, 2006; Ali i sar., 2008; Aydin i sar., 2010; Mohammad i sar., 2011; Khalid i sar., 2011; Degewione i sar., 2013). Visina biljke se u ovom istraživanju pokazala kao veoma visoko heritabilna osobina i kod hlebne i kod durum pšenice, što je u saglasnosti sa Jagshoran (1995) i Mohammad i sar. (2011). Genetičko i fenotipsko variranje je bilo umereno kod hlebne i malo kod durum pšenice.  $\sigma^2_g$  je bila veća u odnosu na  $\sigma^2_{ge}$  za hlebnu pšenicu oko 11 puta, i za durum pšenicu oko 1,8 puta. Primenom ANOVA utvrđen je redosled najznačajnijih izvora variranja na visinu biljke kod hlebne pšenice: genotip > sredina > genotip × sredina interakcija, dok su drugi autori istakli kao najznačajniji uticaj sredine (Aycicek i Yildirim, 2006; Aydin i sar., 2010; Degewione i sar., 2013). Efekat genotipa za hlebnu pšenicu je u istraživanju

Aydin i sar. (2010) u odnosu na GEI bio 1,77 puta veći, dok je u ovom radu taj odnos bio znatno veći i iznosio je 11. Za durum pšenicu u variranju visine biljke je najznačajnija bila sredina, zatim genotip, pa genotip  $\times$  sredina interakcija.

Dužina klasa je bila sa 17,1% većom prosečnom vrednošću kod hlebne u odnosu na durum pšenicu, što je u saglasnosti sa rezultatima Ali i Shakor (2012). Eid (2009) je istakao da duži klasovi mogu da produkuju više zrna i da mogu da doprinesu višem prinosu po biljci. Varijabilnost dužine klasa hlebne i durum pšenice je proučavana u mnogobrojnim istraživanjima (Kasif i Khaliq, 2004; Tayyar, 2008; Mohammad i sar., 2011; Degewione i sar., 2013). Dužina klasa je okarakterisana kao veoma visoko heritabilna osobina i kod hlebne i kod durum pšenice. Genetičko i fenotipsko variranje je bilo umereno kod hlebne i malo kod durum pšenice. Niže vrednosti za heritabilnost u širem smislu za visinu biljke hlebne i durum pšenice su saopštili drugi autori (Kasif i Khaliq, 2004; Ali i sar., 2008; Laghari i sar., 2010; Khan i Naqvi, 2011; Mohammad i sar., 2011; Ali i Shakor, 2012; Tsegaye i sar., 2012). Veća  $\sigma^2_g$  u odnosu na  $\sigma^2_{ge}$  je utvrđena za dužinu klasa i kod hlebne-7 puta i durum-2,6 puta pšenice. Analizom varijanse za dužinu klasa utvrđen je sledeći redosled najznačajnijih izvora variranja: genotip > sredina > genotip  $\times$  sredina interakcija i kod hlebne i kod durum pšenice, što je u saglasnosti sa Mohammadi i sar. (2011), dok je značaj sredine na variranje dužine klasa kod hlebne pšenice istakao Degewione i sar. (2013).

Broj zrna po klasu je imao skoro identičnu prosečnu vrednost i kod hlebne i kod durum pšenice, ali je genetičko i fenotipsko variranje bilo veće do tri puta kod genotipova durum pšenice. Kumar i Hunschal (1998) su analizom koeficijenta puta utvrdili da broj klasova po biljci i broj zrna po klasu imaju najvažniji direktan efekat na prinos zrna. Varijabilnost broja zrna po klasu kod hlebne i durum pšenice su proučavali i drugi autori (Kasif i Khaliq, 2004; Aycicek i Yildirim, 2006; Tayyar, 2008; Ali i sar., 2008). Dobijena vrednost za  $h^2_s$  za broj zrna po klasu je bila veoma visoka kod hlebne i niska kod durum pšenice, što je za durum pšenicu bilo u saglasnosti sa Tsegaye i sar. (2012). Heritabilnost u širem smislu je bila niža u istraživanjima drugih autora za hlebnu pšenicu (Kasif i Khaliq, 2004; Aycicek i Yildirim, 2006; Ali i sar., 2008; Laghari i sar., 2010).  $\sigma^2_g$  je za broj zrna po klasu u odnosu na  $\sigma^2_{ge}$  genotipova hlebne pšenice bila 4,7 puta veća, dok je za genotipove durum pšenica bila manja 8,7 puta. ANOVA je pokazala da je hijerarhija uticaja izvora variranja na broj zrna po klasu kod

hlebne pšenice bila: sredina > genotip > genotip  $\times$  sredina interakcija, dok je kod durum pšenice najznačajnija bila sredina, zatim genotip  $\times$  sredina interakcija pa genotip.

Dužina zrna hlebne pšenice je imala za 14,4% manju prosečnu vrednost nego kod durum pšenice. Genetičko i fenotipsko variranje za dužinu zrna je bilo malo ali do tri puta veće kod hlebne u odnosu na durum pšenicu. Prosečne vrednosti za širinu i debljinu zrna su bile slične kod genotipova hlebne i durum pšenice, širina zrna je bila veća za 3,1% kod hlebne, dok je debljina zrna bila veća za 6,1% kod durum pšenice. Genetičko i fenotipsko variranje širine i debljine zrna je bilo malo (< 4%). Varijabilnost dužine, širine i debljine zrna hlebne i durum pšenice su proučavali i drugi autori (Troccoli i DiFonzo, 1999; Khan i sar., 2007; Ramya i sar., 2010). Abebe i sar. (2011) su utvrdili višu prosečnu vrednost za dužinu i debljinu zrna, i nižu za širinu zrna durum pšenice u odnosu na rezultate dobijene u ovom istraživanju. Dobijena  $h^2_{\xi}$  za dužinu zrna hlebne i durum pšenice je bila veoma visoka (> 90%), kao i za širinu i debljinu zrna kod durum pšenice, dok je bila visoka (80-90%) za širinu i debljinu zrna hlebne pšenice. Ramya i sar. (2010) su utvrdili da je heritabilnost u širem smislu za dužinu i širinu zrna hlebne pšenice bila niža. Takođe je dobijen niži koeficijent fenotipske varijacije za dužinu zrna, i viši za širinu zrna u odnosu na rezultate dobijene u ovom istraživanju. Korišćenjem ANOVA kao najuticajnijeg izvor variranja za dužinu zrna je izdvojen genotip i kod hlebne i kod durum pšenice, zatim sredina, pa genotip  $\times$  sredina interakcija. Za razliku od dužine zrna najznačajniji efekat u variranju širine i debljine zrna je ostvarila sredina i kod hlebne i kod durum pšenice, zatim genotip, pa genotip  $\times$  sredina interakcija.

Koeficijent produktivnog bokorenja je bio za 5,1% veći kod hlebne pšenice u odnosu na durum pšenicu. Produktivno bokorenje predstavlja osnovu uniformnosti i gustine useva, koji direktno utiču na strukturu useva i prinos. Varijabilnost koeficijenta produktivnog bokorenja su proučavali i drugi autori (Seibutis i sar., 2009; Jarecki i Bobrecka-Jamro, 2011). Protić i sar. (1988,1999) su izveli regresionu jednačinu za prinos zrna kod hlebne pšenice po kojoj se pri uvećanju produktivnog bokorenja za 1, prinos zrna povećava 1174 t/ha u proseku, dok je u ovom radu dobijen značajna korelacija prinosa i koeficijenta produktivnog bokorenja (od 0,818 do 0,990) kod durum pšenice. Dobijena vrednost za  $h^2_{\xi}$  kod hlebne pšenice je bila visoka i genetičko i fenotipsko variranje je bilo malo, dok su niže vrednosti dobili drugi autori (Prodanović,

1992; Pavlović, 1997; Pržulj i sar., 1999). Sličnu vrednost za heritabilnost u širem smislu za koeficijent produktivnog bokorenja kod hlebne pšenice su dobili Gulnaz i sar. (2011), ali su takođe dobili i više vrednosti za  $CV_f$  i  $CV_g$ . Za durum pšenicu koeficijent produktivnog bokorenja je bio umereno visoko heritabilna osobina dok je genetičko i fenotipsko variranje bilo umereno. Primenom ANOVA kao najuticajniji izvori variranja za koeficijent produktivnog bokorenja kod hlebne pšenice u opadajućem nizu su bili: sredina, zatim genotip, pa genotip  $\times$  sredina interakcija, dok je kod durum pšenice hijerarhija uticaja bila nešto izmenjena: sredina  $>$  genotip  $\times$  sredina interakcija  $>$  genotip.

Mnogobrojna istraživanja su sprovedena sa ciljem fitohemijske identifikacije i kvantifikacije jedinjenja iz hrane sa antioksidativnom aktivnošću, proučavanja njihovog antioksidativnog kapaciteta i uloge u prevenciji bolesti povezanih sa oksidativnim stresom (Adom i Liu, 2002; Zhou i sar., 2004a; Moore i sar., 2005; Li i sar., 2008; Gökmen i sar., 2009). Dobrobit za zdravlje ljudi usled korišćenja celog zrna pšenice u ishrani su pripisani fenolima, tokoferolima i karotenoidima (Moore i sar., 2005), a oni su smešteni u aleuronskom omotaču, i manje u perikarpu, nucelarnom omotaču i klici (Fulcher i Duke, 2002). Uticaj genotipa i sredine na antioksidanse pšenice su potvrdila brojna istraživanja (Adom i sar., 2003; Zhou i sar., 2004b; Yu i sar., 2004; Moore i sar., 2005; Beta i sar., 2005). Genotip, uslovi gajenja i interakcija genotip  $\times$  uslovi gajenja utiču značajno na nivo antioksidanasa naročito ukupnih fenolnih jedinjenja, karotenoida i tokoferola (Zhou i sar., 2005).

Prosečne vrednosti za sadržaj fitinske kiseline su bile slične kod hlebne i durum pšenice (oko 14,5 mg/g), dok su više vrednosti dobili Yenagi i Basarkar (2008) i niže drugi autori (Lolas i sar., 1976; Tabekhia i Donnelly, 1982; Hídvégi i Láosztity, 2002; Khan i sar., 2007). Međutim variranje iako malo ( $CV_f < 10\%$ ) je bilo veće kod genotipova hlebne u odnosu na durum pšenicu, skoro dvostruko. Kada se na osnovu sadržaja fitinske kiseline obračuna sadržaj fitinskog fosfora prosečne vrednosti za durum i hlebu pšenicu su bile skoro istovetne 4,10 i 4,07 mg/g i slične rezultatima drugih autora (Syltie i Dahnke, 1983; Zebarth i sar., 1992; Svečnjak i sar., 2007). Na osnovu analize varijanse kao najznačajniji izvor variranja je izdvojena genotip  $\times$  sredina interakcija, zatim genotip pa sredina kod hlebne pšenice i sredina, zatim genotip  $\times$

sredina interakcija, pa genotip kod durum pšenice. Genotip  $\times$  sredina interakcija za sadržaj fitinske kiseline je bila visoka ( $> 30\%$ ) i kod hlebne i kod durum pšenice.

Interakcija genotip  $\times$  spoljašnja sredina ima tri neželjena efekta u oplemenjivanju biljaka (Branković, 2010): i) smanjuje korelaciju između genotipskih i fenotipskih vrednosti, umanjujući progres od selekcije (Comstock i Moll, 1963; Kang, 1990) i otežavajući selekciju superiornih i stabilnih genotipova (Kang i Gauch, 1996); ii) kao komponenta fenotipske varijanse osobine, smanjuje heritabilnost i otežava oplemenjivanje kompleksnih osobina (Cooper i Hammer, 1996); iii) maskira potencijalnu korist egzotičnog materijala (Fan i sar., 2007). U cilju ocene biološke osnove interakcije u analizu se često uključuju i dodatne informacije (klimatske kovarijable), pri čemu se primenjuje model regresije parcijalnih najmanjih kvadrata (PLSR-Partial least squares regression) (Aastveit i Martens, 1986; Vargas i sar., 1998) ili faktorijska regresija (FR-Factorial regression) (Denis, 1988; van Eeuwijk i sar., 1996). Model faktorijske regresije je korišćen u ovom istraživanju i predstavlja ordinacioni linearni model koji objašnjava interakciju genotip  $\times$  sredina diferencijalnom genotipskom osetljivošću na određene spoljašnje sredinske varijable (ekološka karakterizacija). Značajna prednost ovog modela je u mogućnosti testiranja hipoteze o uticaju spoljašnjih varijabli na interakciju genotipova sa spoljašnjom sredinom (Vargas i sar., 1999). Analitička procena GE interakcije faktorijskom regresijom se može smatrati predikcionom strategijom za davanje preporuka, i informacije dobijene primenom faktorijske regresije mogu biti implementirane u geografske baze podataka, gde se jednogodišnji ekološki podaci primenjuju na reprezentativnoj vremenskoj skali (Volas i sar., 2005). Annicchiarico (2002) je istakao da prikupljanje dodatnih klimatskih informacija na test lokalitetima i merenje morfo-fizioloških osobina genotipova može biti od praktičnog značaja za karakterizaciju subregiona i primenu rezultata na nove lokalitete, u modeliranju adaptabilnosti, identifikaciji adaptivnih osobina i proceni njihovog potencijala kao indirektnog selekcionog kriterijuma za oplemenjivanje. Mnogi autori su primenom faktorijske regresije sa genotipskim i sredinskim varijablama tumačili interakciju genotip  $\times$  sredina u višelokacijskim ogledima tokom godina (Butrón i sar., 2004; Lacaze i Roumet, 2004; Malvar i sar., 2005; Sandoya i sar., 2010).

Modeli klimatskih faktora koji su u najvišem procentu ( $> 91\%$ ) bili korisni u tumačenju GEI za sadržaj fitinske kiseline su obuhvatali relativnu vlažnost vazduha u junu, osunčanost u aprilu, srednju temperaturu u aprilu i sumu dnevnih padavina za period novembar-februar za genotipove hlebne pšenice, kao i padavine u junu i aprilu, maksimalnu temperaturu u aprilu i srednju temperaturu u junu za genotipove durum pšenice. Najznačajniji mesec sa najvećim procentom protumačene sume kvadrata interakcije je bio april i za hlebnu i za durum pšenicu kada je bila faza vlatanja, tj. faza najintenzivnijeg porasta biljke. Površina lista se tada uvećava i do pet puta u odnosu na bokorenje, i dešavaju se etape organogeneze kojima se formira broj cvetova i njihova fertilnost. Po tipu varijable srednjim temperaturama je objašnjen najveći procenat sume kvadrata interakcije kod hlebne, i sumom padavina kod durum pšenice. Prema Li i sar. (2013) šest ekofizioloških faktora je značajno uticalo na sadržaj fitinske kiseline kod soje. To su zemljišni faktori (dostupni K, P, razgradivi N, i S) i meteorološki faktori (prosečne dnevne temperature za vreme cvetanja i zametanja mahuna, prosečne dnevne temperature za vreme nalivanja zrna i sazrevanja), što se delimično slaže sa rezultatima ovog rada pre svega u pogledu prosečnih dnevnih temperatura u periodu nalivanja zrna (što je kod pšenice u toku juna meseca).

Efekat sezonske varijabilnosti na prinos pšenice je dobro proučen (Jamieson i sar., 1991), dok manje podataka postoji o uticaju klime na kvalitet zrna. Prema Jamieson i Wilson (1993) potencijal pšenice za dobar prinos i kvalitet je iniciran još u toku vegetativnih razvojnih stadijuma. Zametanje klasa, nalivanje i sazrevanje zrna predstavljaju najvažnije faze razvoja pšenice, koji utiču na finalni kvalitet zrna, i klimatski uslovi u ovim stadijumima najviše utiču na osobine kvaliteta (Paredes-Lopez i sar., 1985; Ciaffi i sar., 1996; Marta i sar., 2011). Na kvalitet zrna pšenice najznačajnije utiču od faktora sredine: visoke temperature i vlažnost za vreme nalivanja zrna (Jenner, 1991; Blumenthal i sar., 1993), distribucija padavina u toku vegetacione sezone (Campbell i sar., 1981) i đubrenje azotom (Rao i sar., 1993). Heritabilnost u širem smislu, za sadržaj fitinske kiseline je bila umereno visoka kod hlebne i srednja kod durum pšenice dok su koeficijenti genetičke i fenotipske varijacije bili mali ( $CV < 10\%$ ), ali skoro dvostruko veći kod hlebne u odnosu na durum pšenicu. Višu vrednost za heritabilnost u širem smislu za sadržaj fitinske kiseline hlebne pšenice su saopštili Ahmad i sar. (2013).

Sadržaj neorganskog fosfora je imao prosečnu vrednost 0,384 mg/g, dok je odnos fitinskog i neorganskog fosfora bio 11,0 za hlebnu pšenicu, što je u saglasnosti sa Liu i sar. (2006) i više od proseka za mlinske frakcije hlebne pšenice prema Tang i sar. (2008). Za durum pšenicu prosečne vrednosti za sadržaj neorganskog fosfora i odnos fitinskog i neorganskog fosfora su bili veoma slični 0,375 mg/g i 11,2. Primenom ANOVA utvrđena je ista hijerarhija uticaja izvora variranja na sadržaj neorganskog fosfora i kod hlebne i kod durum pšenice: genotip > sredina > genotip × sredina interakcija. Slično kod odnosa fitinskog i neorganskog fosfora i kod hlebne i kod durum pšenice je postajao isti opadajući odnos: sredina > genotip > genotip × sredina interakcija. Genotip × sredina interakcija je bila umereno visoka (10-30%) i za sadržaj neorganskog fosfora i za odnos fitinskog i neorganskog fosfora i kod hlebne i kod durum pšenice. U tumačenju interakcije genotip × sredina za sadržaj neorganskog fosfora su izdvojeni sledeći značajni modeli (> 92% sume kvadrata interakcije): padavine u maju, minimalna i maksimalna temperatura u aprilu, i srednja temperatura u maju za hlebnu pšenicu, kao i padavine u maju, minimalna temperatura u martu, junu i aprilu za durum pšenicu. Posle cvetanja pšenice, klimatski faktori prvenstveno utiču na veličinu zrna i njegov sastav (Dupont i Altenbach, 2003). Optimalna temperatura koja omogućava najduže nalivanje zrna je 15-20°C (Živančev, 2013). Kada prosečna dnevna temperatura prelazi 20°C faza nalivanja zrna se skraćuje (Wiegand i Cuellar, 1981). Altenbach i sar. (2003) su utvrdili da suša smanjuje veličinu zrna skraćivanjem faze nalivanja i da visoka temperatura i suša združeno deluju i tako imaju mnogo veći uticaj na trajanje nalivanja zrna, nego pojedinačno. Slično tome su dobijeni rezultati ovog rada za masu hiljadu zrna tj. nalivenost zrna, i pokazali su da je veća nalivenost zrna bila u toku 2010-2011. godine kada su maj i jun, meseci kada se dešava nalivanje zrna, imali manju prosečnu dnevnu temperaturu za 3,9-6,6% i veću sumu padavina za 16,9-33,8% u zavisnosti od lokaliteta u odnosu na 2011-2012. S tim u vezi Wang i sar. (2003) su utvrdili da je sadržaj fitinskog fosfora bio značajno pozitivno korelisan sa početnom snagom nalivanja zrna, prosečnom stopom nalivanja zrna i procentom nalivanja, dok je sadržaj neorganskog fosfora bio negativno korelisan sa svim ovim pokazateljima. Stoga su dobro nalivena zrna imala viši sadržaj fitinskog fosfora i niži sadržaj neorganskog fosfora, što je u ovom radu bio slučaj za durum pšenicu. Nalivenija zrna tj. zrna sa većom prosečnom masom hiljadu zrna (za 6,74%) su utvrđena tokom vegetacione

sezone 2010-2011. u odnosu na 2011-2012. Takođe je sadržaj fitinskog fosfora bio uvećan za 0,4% i sadržaj neorganskog fosfora snižen za 2,6% u 2010-2011. Najveći procenat sume kvadrata interakcije dobijen je za maj za hlebnu pšenicu i za april za durum pšenicu. U maju je završeno klasanje genotipova pšenice i nastupa cvetanje, oplodnja, formiranje i nalivanje zrna. Za uspešnu oplodnju najviše su pogodne umerene temperatura u vreme cvetanja noćne do 11°C a dnevne do 25°C, maksimalno 30°C (Denčić i sar., 2012). U maju i junu tokom 2010-11. je zabeleženo 4-8 dana sa temeperaturom većom od 30°C, dok je u toku 2011-12. zabeleženo 17-23 dana u zavisnosti od lokaliteta. Modeliranjem po tipu varijable je otkriveno da je najveći procenat sume kvadrata interakcije dobijen za relativnu vlažnost vazduha i kod hlebne i kod durum pšenice. Najviši procenat sume kvadrata interakcije (> 91%) za odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora je dobijen modelima koji su uključivali osunčanost u aprilu, padavine u maju, srednje temperature i padavine u junu za hlebnu pšenicu, kao i maksimalnu temperaturu u aprilu, padavine, srednju temperaturu i osunčanost u maju, za durum pšenicu. Najznačajniji mesec za koji je dobijen najveći procenat sume kvadrata interakcije je bio april za hlebnu pšenicu i jun za durum pšenicu. Modeli po tipu klimatske varijable kojima je objašnjen najveći procenat sume kvadrata interakcije su uključivali samo padavine za hlebnu pšenicu i minimalne temperature za durum pšenicu.  $h^2_s$  je bila veoma visoka (> 90%) za sadržaj neorganskog fosfora i za odnos fitinskog i neorganskog fosfora kod hlebne pšenice, dok je kod durum pšenice bila visoka (80-90%). Sadržaj neorganskog fosfora i odnos fitinskog i neorganskog fosfora je umereno varirao ( $10 < CV_f < 20\%$ ) kod genotipova i hlebne i durum pšenice.

Sadržaj  $\beta$ -karotena je imao prosečnu vrednost od 3,9  $\mu\text{g/g}$  kod hlebne pšenice sličnu vrednošću od 4,2  $\mu\text{g/g}$  kod durum pšenice. Niže vrednosti za sadržaj  $\beta$ -karotena od dobijenih u ovom radu za genotipove hlebne i durum pšenice su saopštili drugi autori (Borrelli i sar., 2008; Nadaf, 2010; Žilić i sar., 2011; Hadži-Tašković Šukalović i sar., 2013), dok su takođe zabeležene i više vrednosti (Tyagi i sar., 2008; Ram i Mishra, 2008; Mohammed i sar., 2012). Na osnovu analize varijanse utvrđena je hijerarhija uticaja izvora variranja na sadržaj  $\beta$ -karotena  $\text{genotip} > \text{genotip} \times \text{sredina interakcija} > \text{sredina}$  i kod hlebne i kod durum pšenice. To je u saglasnosti sa rezultatima Baum i sar. (1995) za durum pšenicu u različitim uslovima gajenja, dok je prema Patil i sar. (2008) i

Hadži-Tašković Šukalović (2013) najznačajniji uticaj ostvarila sredina. Genotip  $\times$  sredina interakcija je bila umereno visoka kod hlebne pšenice i visoka kod durum pšenice. Modeli klimatskih varijabli su značajno protumačili ( $> 95\%$ ) interakciju genotip  $\times$  sredina za sadržaj  $\beta$ -karotena: osunčanost u maju, maksimalna temperatura u aprilu, i padavine u maju i martu za hlebu pšenicu, kao i maksimalna temperatura u maju i aprilu, suma dnevnih padavina za period novembar-februar i srednja temperatura za mart za durum pšenicu. Mesec koji je preovlađujućim klimatskim varijablama doprineo u najvećem procentu sumi kvadrata interakcije bio je mart, i za hlebu i za durum pšenicu. Najviši procenat sume kvadrata interakcije je postignut kada je modeliranje po tipu uključilo dužinu trajanja osunčanosti za genotipove hlebne pšenice i minimalne temperature za genotipove durum pšenice. Clarke i sar. (2006) su utvrdili slabu korelaciju između toplih i vlažnih vegetacionih sezona i žutog pigmenta genotipova durum pšenice, što je slično rezultatima u ovom radu. Takođe temperaturni stres, dužina trajanja osunčanosti, navodnjavanje, i interakcija genotip  $\times$  sredina mogu da utiču na antioksidativnu aktivnost pšenice (Moore i sar., 2006). Dobijena  $h^2_s$  je bila veoma visoka i kod hlebne i kod durum pšenice. Žuti pigment je osobina pod kontrolom aditivnih gena, sa visokom heritabilnošću kod durum pšenice koju su utvrdili mnogobrojni autori (Nachit i sar., 1995; Elouafi i sar., 2001; Clarke i sar., 2006). Patil i sar. (2008) su dobili nižu heritabilnost u širem smislu za sadržaj žutog pigmenta u durum pšenici od dobijenih u ovom radu. Variranje je bilo umereno (oko 15%) dok su više vrednosti za  $CV_f$  dobili Baum i sar. (1995) i Mohammed i sar. (2012) za durum pšenicu.

Sadržaj ukupnih fenola je kod genotipova hlebne pšenice imao prosečnu vrednost od 928  $\mu\text{g/g}$ , dok je kod genotipova durum pšenice on bio nešto niži 908  $\mu\text{g/g}$ . Niže vrednosti za sadržaj ukupnih fenola kod hlebne i durum pšenice su utvrdili drugi autori (Adom i sar., 2003; Dinelli i sar., 2009; Nadaf, 2010), dok su više vrednosti takođe dobijene u mnogobrojnim istraživanjima (Mpofu i sar., 2006; Irmak i sar., 2008; Abdel-Aal i Rabalski, 2008; Žilić i sar., 2009; Žilić i sar., 2010; Hadži-Tašković Šukalović i sar., 2013; Žilić i sar., 2013; Karki i sar., 2013). Na osnovu analize varijanse utvrđen je uticaj izvora variranja na sadržaj ukupnih fenola u sledećem opadajućem nizu: sredina  $>$  genotip  $>$  genotip  $\times$  sredina interakcija kod hlebne pšenice i sredina  $>$  genotip  $\times$  sredina interakcija  $>$  genotip kod durum pšenice, što je u saglasnosti sa rezultatima drugih

autora (Mpofu i sar., 2006; Moore i sar., 2006; Karki i sar., 2013; Hadži-Tašković Šukalović i sar., 2013). GEI za sadržaj ukupnih fenola je bila umereno visoka kod hlebne i visoka kod durum pšenice. Interakcija genotip  $\times$  sredina za sadržaj ukupnih fenola je u najvećem procentu sume kvadrata ( $> 94\%$ ) objašnjena putem modela koji su uključivali padavine i relativnu vlažnost vazduha u martu, maksimalnu temperaturu u aprilu i padavine u maju za hlebnu pšenicu, kao i srednje temperature u aprilu, padavine, relativnu vlažnost vazduha i srednju temperaturu u maju za genotipove durum pšenice. Najznačajniji mesec za ostvarenu interakciju je bio april i za hlebnu i za durum pšenicu. Modeliranjem po tipu klimatske varijable najveći procenat sume kvadrata interakcije objašnjen je preko padavina za genotipove hlebne pšenice i preko minimalne temperature za genotipove durum pšenice. Utvrđeno je da su više prosečne mesečne temperature vazduha i niži nivo padavina negativno uticali na sadržaj ukupnih fenola kod hlebne i durum pšenice (Žilić i sar., 2013). Prema Yu i sar. (2003) broj sati sa temperaturom vazduha  $> 32^{\circ}\text{C}$  je uticao na antioksidativnu sposobnost hlebne pšenice, što su takođe za sadržaj ukupnih fenola u frakciji mekinja hlebne pšenice potvrdili i Moore i sar. (2006). Značajan uticaj temperature na sadržaj ukupnih fenola je potvrđen i u ovom radu. Zabeležen je i uticaj temperaturnog stresa na antioksidanse prisutne u mekinjama hlebne pšenice, naročito na fenole (Zhou i Yu, 2004; Yu i Zhou, 2004). Heritabilnost u širem smislu, je bila visoka kod hlebne pšenice i srednja kod durum pšenice dok je genetičko i fenotipsko variranje bilo umereno i dvostruko veće kod hlebne pšenice nego kod durum gde je bilo malo.

Sadržaj PSH je imao sličnu prosečnu vrednost i kod hlebne i kod durum pšenice od 81,26 nmol/g i 84,56 nmol/g, dok je Purna (2010) dobio niže vrednosti za hlebnu pšenicu. Na značaj PSH za kvalitet i površinsko stanje skuvane testenine je ukazao Alary i Kobrehel (1987). Takođe su Tsen i Andersen (1963) istakli značaj PSH za reološke osobine testa i pekarski kvalitet brašna. Prema Kobrehel i sar. (1988) albumini su imali viši SH + SS sadržaj u odnosu na glijadine i glutenine (86  $\mu\text{mol/g}$  proteina) kod sorata durum pšenice. Antes i Wieser (2000) su utvrdili da je u komercijalnom brašnu pšenice sadržaj slobodnih tiolnih grupa proteina bio najveći u SDS rastvorljivim gluteninima, zatim u proteinima rastvorljivim u vodi i u globulinima. Na osnovu analize varijanse sadržaja PSH utvrđen je redosled uticaja izvora variranja koji je bio identičan kod hlebne i durum pšenice: sredina  $>$  genotip  $\times$  sredina interakcija  $>$  genotip. Genotip

× sredina interakcija za sadržaj PSH je bila umereno visoka i kod hlebne i kod durum pšenice. Modeli klimatskih varijabli sa najvećim procentom objašnjene sume kvadrata interakcije (> 94%) za sadržaj PSH su bili: maksimalna temperatura i osunčanost u martu, srednja temperatura i relativna vlažnost vazduha u aprilu, kao i maksimalna temperatura u aprilu, relativna vlažnost vazduha, osunčanost i minimalna temperatura u maju za durum pšenicu. Modeliranjem interakcije korišćenjem klimatskih varijabli po mesecima najveći procenat sume kvadrata interakcije je dobijen za maj, i za hlebnu i za durum pšenicu. Modeliranjem interakcije po tipovima klimatskih varijabli, najveći procenat dobijene sume kvadrata za interakciju bio je za minimalne temperature za hlebnu i durum pšenicu. Dobijena  $h^2_s$  za sadržaj PSH je bila srednja dok je genetičko i fenotipsko variranje bilo umereno za durum pšenicu. Genetičku varijansu za sadržaj PSH nije bilo moguće izračunati kod hlebne pšenice, jer je komponenta iz ANOVE  $MS_{gl}$  bila veća od komponente  $MS_g$ , pa je dobijena negativna vrednost, shodno tome heritabilnost u širem smislu nije izračunata. Variranje sadržaja PSH za hlebnu pšenicu je bilo malo.

Sadržaj rastvorljivih proteina je bio sa prosečnom vrednošću od 18,4 mg/g kod hlebne pšenice i od 19,3 mg/g kod durum pšenice. Kwiatkowska i sar. (2007) su utvrđivali sadržaj proteina rastvorljivih u vodi istom metodom za genotipove hlebne pšenice, i vrednosti su bile slične dobijenim u ovom radu. Nadaf (2010) je istom metodom utvrdio nešto niže vrednosti za hlebnu i durum pšenicu, od dobijenih u ovom radu. Primenom ANOVA utvrđena je hijerarhija uticaja izvora variranja na sadržaj rastvorljivih proteina koji je bio isti za hlebnu i za durum pšenicu: sredina > genotip × sredina interakcija > genotip, što je u saglasnosti sa rezultatima Hadži-Tašković Šukalović i sar. (2013) i Denčić i sar. (2011). Genotip × sredina interakcija za sadržaj rastvorljivih proteina je bila visoka (> 30%). Modeli klimatskih faktora koji su u najvišem procentu (> 94%) bili korisni u tumačenju GEI za sadržaj rastvorljivih proteina su obuhvatali: srednju temperaturu u maju, sumu dnevnih padavina za period novembar-februar, minimalnu temperaturu u martu i aprilu, za hlebnu pšenicu, kao i osunčanost u martu, padavine u aprilu, maksimalnu temperaturu u maju i sumu dnevnih padavina za period novembar-februar za durum pšenicu. Modeliranje po mesecima vegetacione sezone je pokazalo da je najveći procenat sume kvadrata interakcije dobijen za april za hlebnu pšenicu i za mart za durum pšenicu. Modeliranje po tipu klimatske

varijable je minimalne temperature označilo kao najuticajnije i za njih je dobijen najveći procenat objašnjene sume kvadrata interakcije i za hlebnu i za durum pšenicu. Marta i sar. (2011) su utvrdili da je u Toskani tokom dvanaestogodišnjeg perioda sadržaj proteina durum pšenice imao pozitivnu i značajnu korelaciju sa temperaturom vazduha od februara do juna i sa sumom padavina od novembra do juna, što je slično dobijenim rezultatima u ovom radu. Navedeni rezultati mogu da budu od značaja za formiranje lokalnog prognostičkog sistema za kvalitet durum pšenice na osnovu klimatske prognoze za vegetacionu sezonu. U saglasnosti sa našim rezultatima su nalazi Hadži-Tašković Šukalović i sar. (2013) koji su utvrdili da je sadržaj proteina pšenice bio pozitivno korelisan sa temperaturom za vreme nalivanja zrna, a takođe je u saglasnosti sa rezultatima drugih autora (Rao i sar., 1993; Uhlen i sar., 1998). Negativna korelacija je bila prisutna u odnosu na padavine, što je u saglasnosti sa Mpofu i sar. (2006). Correll i sar. (1994) su pokazali da je veća suma padavina od maja do septembra tj. od setve do klasanja bila korelisana sa smanjenim sadržajem proteina zrna. Karnoven i sar. (1991) su utvrdili postojanje zavisnosti između relativne vlažnosti vazduha, maksimalnih temperatura i kvaliteta hleba, što su faktori identifikovani kao značajni i u ovom radu. Pan i sar. (2006) su takođe utvrdili da su prosečne dnevne temperature, ukupna osunčanost i suma padavina, najznačajniji meteorološki parametri uključeni u determinaciju sadržaja proteina. Sadržaj proteina u zrnu pšenice opada ako posle polinacije preovlađuje kišovito, hladno i vlažno vreme, a raste ako padavine preovlađuju u toku vegetativnog razvoja pšenice, a toplo i suvo vreme tokom generativnog perioda (Ceyhan i sar., 2011), što je u ovom radu bio slučaj u toku 2011-2012. vegetacione sezone kada je i zabeležen viši sadržaj rastvorljivih proteina i kod hlebne i kod durum pšenice. Dobijena  $h^2_s$  za sadržaj rastvorljivih proteina je bila niska i veoma niska kod hlebne i durum pšenice, genetičko i fenotipsko variranje je bilo malo. Više vrednosti od dobijenih u ovom radu u različitim uslovima gajenja su utvrdili drugi autori (Baum i sar., 1995; Clarke i sar., 2000; Bilgin i sar., 2010).  $\sigma^2_{ge}$  je bila veća dva puta od  $\sigma^2_g$  za ukupne proteine durum pšenice u radu Bilgin i sar. (2010), dok je u ovom radu bila veća čak 241,65 puta, što je samo potvrdilo veliki značaj sredine u determinisanju ove osobine. Ovaj odnos je kod hlebne pšenice bio manji i iznosio je 13,1.

Staklavost zrna genotipova durum pšenice je imala prosečnu vrednost od 83,1%. Na osnovu analize varijanse redosled uticaja izvora variranja na staklavost zrna durum pšenice je bio: sredina > genotip × sredina interakcija > genotip što je slično sa rezultatima drugih autora (Baum i sar., 1995; Rharrabti i sar., 2003). Preovladavanje interakcije genotip × sredina u variranju staklavosti zrna durum pšenice su utvrdili Korkut i sar. (2007). Prema Bilgin i sar. (2010) odnos genetičke varijanse i varijanse genotip × sredina interakcije za staklavost zrna durum pšenice je iznosio 0,85, dok je u ovom istraživanju procenjen na 0,52. Model koji je sadržavao srednju temperaturu u junu, padavine u martu, osunčanost u martu i srednju temperaturu u aprilu je protumačio najveći deo sume kvadrata interakcije (97,2%) za staklavost zrna. Modelom koji je uključivao samo minimalne temperature dobijen je najveći procenat sume kvadrata interakcije. Modeliranjem varijabli po mesecima vegetacionog perioda najveći procenat sume kvadrata interakcije dobijen je za mart. Povećanje prosečne dnevne relativne vlažnosti vazduha i sume padavina tokom prve dekade juna, kao i nedovoljne prosečne dnevne temperature tokom kasnijih stadijuma razvoja imaju negativan efekat na staklavost zrna prema Stoeva (2012), što je u saglasnosti sa našim nalazima o uticaju temperature u junu na nivo interakcije. Mnogobrojni autori su utvrdili da agronomski uslovi (dostupnost vode i snabdevenost azotom), klimatski faktori (temperatura i dužina trajanja osunčanosti) za vreme nalivanja zrna, i intenzitet sušenja u zrelosti utiču na staklavost zrna (Bechtel i sar., 2009; Edwards, 2010; Nair i sar., 2010). Dokumentovano je da tople i suve sezone izazivaju nestabilnost prinosa ali mogu da dovedu do bolje ekspresije parametara kvaliteta kao što je staklavost zrna (Borghi i sar., 1997). Slično je i u ovom radu u 2011-12. dobijena veća vrednost za staklavost zrna na sva tri lokaliteta, a prosečne maksimalne i srednje temperature su bile veće u maju i junu 2011-12., sa manjom sumom padavina u odnosu na iste mesece prethodne godine. Prema Baum i sar. (1995) heritabilnost u širem smislu za staklavost zrna genotipova durum pšenice je bila niža (59%) u navodnjavanim uslovima u odnosu na uslove suvog ratarenja (79%). Velike razlike u vrednostima za heritabilnost pod suvim i navodnjavanim uslovima ističu negativan uticaj povećane vlažnosti na staklavost zrna. Heritabilnost u širem smislu za staklavost zrna u ovom istraživanju je bila umereno visoka dok je genetičko i fenotipsko variranje bilo malo. Niže vrednosti za  $h^2_{\text{g}}$  za staklavost zrna durum pšenice su utvrdili drugi autori (Bilgin i sar, 2009; Bilgin i sar., 2010; Taghouti i sar., 2010).

Genetička stabilnost predstavlja konzistentnost vrednosti osobine od interesa, sa minimalnim variranjima po sredinama za dati genotip. Uslovljena je nižim nivoom genotip  $\times$  sredina interakcije (GEI) i manje izraženom reakcijom na promene uslova sredine, naročito na stres (Annicchiarico, 2002). Stabilnost osobina kvaliteta postaje važan zahtev za mlinsku i prerađivačku industriju (Robert i Denis, 1996), zbog potencijalnog velikog godišnjeg variranja, i garancije konstantnog postupka prerade i malih gubitaka tokom istog (Grausgruber i sar., 2000). Neki autori smatraju da osobine kvaliteta prate statički koncept stabilnosti, što znači da je genotip stabilan ako ima nepromenjen performans bez obzira na varijacije u uslovima sredine (Becker i Léon, 1988). Za oplemenjivače stabilnost osobina kvaliteta je važna jer promena ranga genotipa kroz sredine utiče na efikasnost selekcije. Za krajnje korisnike mlinsku, pekarsku, i prerađivačku industriju, konzistentnost osobina kvaliteta je veoma važna bez obzira na promenu ranga. Grausgruber i sar. (2000) su istakli da kvalitet genotipa reaguje kao bilo koje drugo kvantitativno svojstvo na povoljne ili nepovoljne uslove sredine.

Veliki broj statističkih modela je predloženo za analizu stabilnosti i tumačenje informacije sadržane u GEI. Oni obuhvataju univarijacione modele sa parametrima kao što su koeficijent regresije (Finley i Wilkinson, 1963), devijacija od regresije (Eberhart i Russell, 1966), ekovalenca (Wricke, 1962), varijansa stabilnosti (Shukla, 1972), neparametrijska merila stabilnosti (Hühn, 1979; Nassar i Hühn, 1987), i multivarijacione modele-COMM (Completely multiplicative model; Cornelius i sar., 1996); SHMM (Shifted multiplicative model; Seyedsadr i Cornelius, 1992); PCA (Principal component analysis; Pearson, 1901); AMMI biplot (Additive main effect and multiplicative interaction effects, Gauch i Zobel, 1996); SREG model (Crossa i Cornelius, 1997). Poslednji navedeni model (SREG) je korišćen za koordiniranje kroz prosečnu sredinu i konstruisanje GGE biplota za proučavanje hemijsko-tehnološke osobine. Na osnovu njega su izabrani genotipovi hlebne i durum pšenice koji su ostvarili visoku prosečnu vrednost osobine, odnosno nisku u slučaju fitinske kiseline, i visoku stabilnost kroz svih šest sredina, i oni se smatraju najpoželjnijima za hibridizacije. Najpoželjniji genotipovi hlebne pšenice su pripadali genotipovima po poreklu iz Sjedinjenih Američkih Država za odabir za visok sadržaj neorganskog fosfora (Abe), ukupnih fenola (Stephens) i PSH (Frankenmuth). Genotip Apache,

poreklom iz Francuske, se isticao po niskom sadržaju fitinske kiseline i visokom sadržaju  $\beta$ -karotena, dok su regionalni genotipovi iz Srbije najpoželjniji za visok sadržaj rastvorljivih proteina (Zemunski rosa apsolutno stabilna) i za visok odnos fitinskog i neorganskog fosfora (Pobeda). Što se tiče durum pšenice najpoželjniji genotipovi su pripadali grupi CIMMYT-ovih fakultativnih linija za odabir za nizak sadržaj fitinske kiseline (37EDUYT /07 BR. 7849), za visok sadržaj  $\beta$ -karotena (37EDUYT BR.7820) i za visok sadržaj ukupnih fenola (37EDUYT BR. 7896), linijama iz Srbije za visok sadržaj PSH (10/I) i za visoku staklavost zrna (34/I), italijanskim za visok sadržaj neorganskog fosfora (Varano), i fakultativnoj liniji iz ICARDA za visok odnos fitinskog i neorganskog fosfora (DSP-MD-01 BR. 66). Nijedan genotip durum pšenice ne može biti preporučen za istovremeni odabir za visok sadržaj rastvorljivih proteina i dobru stabilnost, jer je stabilnost genotipova sa visokim sadržajem rastvorljivih proteina bila nezadovoljavajuća.

Na osnovu združene analize po sredinama izvedena su uopštavanja za korelacije proučavanih agronomskih sa hemijsko-tehnološkim osobinama, kao i posebno za agronomske i za hemijsko-tehnološke osobine. Od naročitog značaja je bilo praćenje povezanosti agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina sa prinosom kao jednim od najvažnijih selekcionih kriterijuma za oplemenjivanje hlebne i durum pšenice. Za hlebnu pšenicu su dobijene srednje korelacije prinosa sa masom hiljadu zrna u dve sredine i dužinom zrna u dve sredine. Prema Mohammadi i sar. (2012) prinos je u navodnjavanjem uslovima gajenja hlebne pšenice bio značajno ali slabo i negativno korelisan sa masom hiljadu zrna, dok je u ovom radu dobijena viša i pozitivna vrednost, s obzirom da su genotipovi gajeni u uslovima suvog ratarenja. Tayyar (2008) je utvrdio da je prinos zrna hlebne pšenice bio korelisan slabo ali pozitivno sa masom hiljadu zrna, niže od korelacije dobijene u ovom radu. Što se tiče durum pšenice konzistentne korelacije prinosa su bile gotovo potpune sa koeficijentom produktivnog bokorenja u šest sredina, jake sa visinom biljke u četiri sredine i srednje sa masom hiljadu zrna, i širinom zrna u dve sredine. Ali i Shakor (2012) su takođe utvrdili postojanje značajne vrlo jake korelacije između mase hiljadu zrna i prinosa zrna za genotipove durum pšenice gajene u sušnim uslovima, što su više vrednosti od dobijenih u ovom radu. Akçura (2009) je utvrdio da je masa hiljadu zrna bila značajno korelisana ali slabo i pozitivno sa prinosom, što su niže vrednosti od dobijenog rezultata u ovom radu.

Korelacije između hemijsko-tehnoloških osobina naročito proučavanih antioksidanasa, je od posebnog značaja jer ne postoji puno literaturnih podataka, i njihov odnos je u velikom stepenu neistražen. Odgovor na selekciju za osobine kvaliteta zavisi od genetičke varijanse i heritabilnosti osobine od interesa, ali i od eventualnog nepoželjnog korelativnog odnosa sa drugim važnim karakteristikama kao što je prinos zrna. Korelacije iako pouzdane samo za testirani materijal, ukazuju na odnose koji mogu biti od koristi za povećanje efektivnosti selekcionih programa (Bilgin i sar., 2010). Za genotipove hlebne pšenice konzistentna jaka do vrlo jaka pozitivna korelacija je utvrđena za fitinsku kiselinu i neorganski fosfor u četiri sredine, negativna srednja do jake za odnos fitinskog i neorganskog fosfora i  $\beta$ -karotena za dve sredine, i negativna srednja za fitinsku kiselinu i  $\beta$ -karoten u dve sredine. Kod genotipova durum pšenice slične korelacije nisu potvrđene već značajna srednja do jaka pozitivna korelacija između  $\beta$ -karotena i PSH u dve sredine, srednja do vrlo jake pozitivna između PSH i rastvorljivih proteina u tri sredine i negativna srednja između fitinske kiseline i fenola u dve sredine. Liu i sar. (2006) su takođe dobili značajnu korelaciju između fitinskog i neorganskog fosfora ali srednjeg intenziteta. Utvrđeno je postojanje slabe pozitivne korelacije između fitinskog fosfora i fenola u istraživanju Lorenz i sar. (2007) dok je u ovom radu takođe dobijena značajna konzistentna srednja i negativna korelacija ali samo za genotipove durum pšenice. Od interesa je utvrditi kakav je odnos sadržaja fitinske kiseline kao antinutritivnog faktora i fenola, jer prema Dykes i Rooney, (2007) ovaj antioksidans značajno doprinosi ukupnoj antioksidativnoj aktivnosti. Bilgin i sar. (2010) i Taghouti i sar. (2010) su utvrdili postojanje značajne pozitivne srednje do jake korelacije sadržaja proteina durum pšenice sa staklavošću zrna, dok u ovom radu nije dobijena konzistentna korelacija staklavosti zrna i sadržaja rastvorljivih proteina.

Radi sagledavanja mogućnosti za indirektnu selekciju proučavane fitinske kiseline, antioksidanasa i drugih hemijsko-tehnoloških osobina utvrđene su njihove korelacije sa agronomskim osobinama. Interesantno je utvrditi da li je moguća istovremena selekcija za niži sadržaj fitinske kiseline, viši sadržaj antioksidanasa i visok prinos. Utvrđeno je da su od hemijsko-tehnoloških osobina sa prinosom bili korelisani sadržaj rastvorljivih proteina negativno srednje do jako u dve sredine za hlebnu pšenicu. Archer (1979) je za hlebnu pšenicu utvrdio postojanje pozitivne jake korelacije prinosa sa procentom ukupnog sadržaja proteina u brašnu, dok u ovom radu dobijena korelacija

prinosa i sadržaja rastvorljivih proteina je bila negativna i veća, kao apsolutna vrednost. Za durum pšenicu u ovom istraživanju je utvrđena negativna srednja do jaka korelacija prinosa i staklavosti zrna u dve sredine. Tako su za hlebnu pšenicu izdvojeni parovi značajno korelisanih agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina sa različitim stepenom konzistentnosti kroz sredine: srednja do jaka negativna za dužinu zrna i fitinsku kiselinu u dve sredine, srednja pozitivna za visinu biljke i fitinsku kiselinu u dve sredine, srednja negativna za dužinu klasa i fitinsku kiselinu u dve sredine. Khan i sar. (2007) su testirali mutante/sorte hlebne pšenice i utvrdili su značajnu pozitivnu slabu korelaciju između debljine zrna i sadržaja fitinske kiseline. Takođe su utvrdili značajnu korelaciju sadržaja fitinske kiseline u zrnu hlebne pšenice sa širinom semena, zapreminom semena, i masom zrna, dok je u ovom radu dobijena značajna negativna korelacija sadržaja fitinske kiseline sa dužinom zrna. Kod durum pšenice značajna srednja do vrlo jaka negativna korelacija je utvrđena za: debljinu zrna i  $\beta$ -karoten u dve sredine, za koeficijent produktivnog bokorenja i staklavost zrna u tri sredine. Postojanje srednje pozitivne korelacije je utvrđeno između širine zrna i PSH u dve sredine. Negativna srednja do jaka korelacija je utvrđena između širine zrna i  $\beta$ -karotena, kao i između mase hiljadu zrna i  $\beta$ -karotena u dve sredine. Clarke i sar. (2006) su utvrdili varijabilnu, slabu, i negativnu korelaciju između mase hiljadu zrna i žutog pigmenta kod durum pšenice dok je u ovom istraživanju dobijena korelacija bila jaka.

Biplot analiza tabele genotipa po osobinama je tipičan primer biplot analize multivarijacionih podataka. Biplot genotipa po osobinama (GT) pomaže u razumevanju odnosa između osobina (ciljeva oplemenjivanja) i pomaže u identifikovanju osobina koje su pozitivno ili negativno povezane, osobine koje je suvišno meriti, i osobine koje se mogu koristiti u indirektnoj selekciji za drugu osobinu (Yan i Tinker, 2006). GT biplot takođe pomaže u vizualizaciji profila osobina (snage i slabosti) genotipova, što je od značaja pri izboru roditelja za ukrštanje i za selekciju varijeteta (Yan i Kang, 2003). Združenom analizom GT biplot-ova za genotipove hlebne i durum pšenice za svih šest sredina utvrđeno je postojanje pozitivne povezanosti prinosa sa svim merenim agronomskim osobinama. Prinos je bio u pozitivnoj asocijaciji sa brojem zrna po klasu, visinom biljke, masom hiljadu zrna, dužinom zrna, širinom zrna i dužinom klasa u pet sredina, i sa debljinom zrna i koeficijentom produktivnog bokorenja u četiri sredine za genotipove hlebne pšenice. Ako posmatramo Pearson-ove korelacije prinosa sa drugim

agronomskim osobinama za hlebnu pšenicu, značajne i konzistentne su postojale sa masom hiljadu zrna i dužinom zrna. Međutim multivarijacioni pristup koji pruža GT biplot u sagledavanju odnosa i povezanosti među osobinama, je sveobuhvatniji jer se sve proučavane osobine proučavaju istovremeno, vizuelno ih je moguće sagledati na jednom biplotu, i ukazuje na tip odnosa (pozitivan, negativan) među njima. Pearson-ove korelacije nastaju kao rezultat stavljanja u odnos pojedinačnih parova osobina. Takođe je moguće utvrditi koji specifični genotipovi imaju najidealnije vrednosti za određene proučavane osobine. Dodig i sar. (2012) su primenom GT biplot analize utvrdili da je za lokalne populacije hlebne pšenice u navodnjavanim uslovima postojala pozitivna asocijacija između prinosa zrna, mase hiljadu zrna, dužine klasa i broja zrna po klasu, dok su u uslovima suše pozitivno povezani bili prinos zrna i masa hiljadu zrna, ali oboje negativno sa dužinom klasa i brojem zrna po klasu. Za regionalne i svetske sorte u uslovima navodnjavanja je ustanovljeno postojanje pozitivne asocijacije između prinosa zrna, mase hiljadu zrna, dužine klasa i broja zrna po klasu, koja se nije promenila ni u uslovima suše. U ovom radu pozitivna asocijacija prinosa utvrđena je sa produktivnim bokorenjem i masom hiljadu zrna u svih šest sredina, sa visinom biljke, sa širinom zrna i sa debljinom zrna u pet sredina, sa dužinom zrna, sa dužinom klasa i sa brojem zrna po klasu u četiri sredine za genotipove durum pšenice. Slično su i Mohammadi i Amri (2011) za 13 genotipova durum pšenice primenom GT biplota utvrdili postojanje pozitivne povezanosti prinosa sa masom hiljadu zrna, visinom biljke i dužinom klasa i u uslovima suvog ratarenja i u uslovima navodnjavanja.

Odnosi između hemijsko-tehnoloških osobina za genotipove hlebne i durum pšenice su takođe ustanovljeni združenom GT analizom. Utvrđeno je postojanje pozitivne povezanosti između fenola i  $\beta$ -karotena, fitinske kiseline i PSH za pet sredina kod hlebne pšenice. Takođe je utvrđeno postojanje pozitivne povezanosti između fenola i  $\beta$ -karotena, i fenola i PSH za pet sredina kod durum pšenice. Negativna povezanost između fitinske kiseline i  $\beta$ -karotena je utvrđena u pet sredina (potvrđeno je i Pearson-ovim koeficijentom korelacije), dok su fitinska kiselina i fenoli bili u negativnoj saglasnosti u četiri sredine kod hlebne pšenice. Fitinska kiselina je imala negativan odnos sa svim proučavanim antioksidansima, i to sa  $\beta$ -karotenom i fenolima u pet sredina (potvrđeno je i Pearson-ovim koeficijentom korelacije), i sa PSH u četiri sredine za durum pšenicu, što bi moglo imati značaja za mogućnost veće apsorpcije mineralnih

nutrienata od strane nepreživara i čoveka (Lopez i sar., 2002; Lönnerdal, 2003).  $\beta$ -karoten i PSH su bili u negativnoj asocijaciji u 5 sredina kod hlebne pšenice.  $\beta$ -karoten i PSH su bili u pozitivnoj asocijaciji u 4 sredine kod durum pšenice (potvrđeno je i Pearson-ovim koeficijentom korelacije). Odnos PSH i fenola je bio neodređeniji i pozitivan odnos je postojao u tri sredine, i negativan u tri sredine kod hlebne pšenice. Staklavost zrna durum pšenice je bila negativno povezana sa svim antioksidansima i to sa  $\beta$ -karotenom i fenolima u pet sredina, i sa PSH u svih šest sredina, dok je sa fitinskom kiselinom ostvarila pozitivan odnos u pet sredina.

Asocijacija agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina za genotipove hlebne i durum pšenice je takođe ustanovljena združenom GT analizom. Prinos je imao negativan odnos sa PSH u šest sredina, sa  $\beta$ -karotenom i fenolima, u četiri sredine kod hlebne pšenice. Za genotipove durum pšenice prinos je imao negativan odnos sa  $\beta$ -karotenom, fitinskom kiselinom i staklavošću zrna u četiri sredine (potvrđeno je i Pearson-ovim koeficijentom korelacije), i pozitivan odnos sa fenolima i PSH takođe u četiri sredine. Odnos između prinosa zrna i fitinske kiseline nije bio postojan, u tri sredine je bio pozitivan, i u tri negativan kod hlebne pšenice. Dužina klasa je bila pozitivno povezana sa  $\beta$ -karotenom u četiri sredine kod hlebne pšenice, kao i sa fenolima u četiri sredine i sa  $\beta$ -karotenom u šest sredina kod durum pšenice. Visina biljke je imala pozitivan odnos sa PSH u četiri sredine i sa fitinskom kiselinom u pet sredina kod hlebne pšenice (potvrđeno je i Pearson-ovim koeficijentom korelacije), kao i sa  $\beta$ -karotenom u četiri sredine, i sa fenolima i PSH u pet sredina kod durum pšenice. Koeficijent produktivnog bokorenja je bio pozitivno povezan sa fitinskom kiselinom u četiri sredine za hlebnu pšenicu, i takođe je u četiri sredine bio pozitivno povezan sa fenolima i sa PSH kod durum pšenice. Dužina zrna je ostvarila pozitivan odnos sa  $\beta$ -karotenom i fenolima u četiri sredine, i sa PSH u pet sredina kod durum pšenice. Broj zrna po klasu je bio u pozitivnoj asocijaciji sa  $\beta$ -karotenom u pet sredina i sa PSH u četiri sredine kod durum pšenice. Takođe su u četiri sredine, širina zrna, debljina zrna i masa hiljadu zrna ostvarili pozitivnu asocijaciju sa PSH kod durum pšenice, što je za širinu zrna i potvrđeno Pearson-ovim koeficijentom korelacije. Širina zrna je u pet sredina bila pozitivno povezana sa fitinskom kiselinom, dok je debljina zrna sa fitinskom kiselinom imala pozitivan odnos u četiri sredine kod durum pšenice.

Na osnovu GT analiza po sredinama izvedene su mogućnosti koje bi mogle poslužiti za oplemenjivanje pri poboljšanju osobina sadržaja fitinske kiseline i antioksidanasa, u pravcu smanjenja sadržaja fitinske kiseline i povećanja sadržaja antioksidanasa za genotipove hlebne i durum pšenice, s tim što su genotipovi selektovani i na osnovu dobre stabilnosti procenjene AEC prikazom GGE biplota. Takođe su sumirane mogućnosti izučavanja genetičke determinacije za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa za genotipove hlebne i durum pšenice. Utvrđeno je da bi ukrštanje sorte Stephens (nizak ff) sa sortom Frankenmuth (visok bk i fe) moglo biti korisno za unošenje niskog sadržaja fitinske kiseline i visokog sadržaja  $\beta$ -karotena i ukupnih fenola u potomstvo kod hlebne pšenice. Ukrštanjem genotipa 37EDUYT /07 BR. 7849 ili Varano (nizak ff) sa 34/I ili 10/I (visok fe, psh) bi moglo biti korisno za unošenje niskog sadržaja fitinske kiseline i visokog sadržaja fenola i PSH u potomstvo. Nemoguće je izvršiti ukrštanje kojim bi se pokušalo unošenje niskog sadržaja fitinske kiseline i visokog sadržaja PSH, zbog utvrđenog korelativnog odnosa među njima.

Cilj oplemenjivačkih napora je potrebno usmeriti ka optimalnom snižavanju sadržaja fitinske kiseline u zrnju da bi se nutritivna svojstva poboljšala i smanjilo zagadjivanje vodenih ekosistema viškom fosfora, ali to sniženje ne bi trebalo da bude u previsokom stepenu, s obzirom da fitinska kiselina pokazuje i pozitivna svojstva kao antioksidans i antikancerogeni agens (Branković i sar., 2011). Način za ostvarivanje tog cilja je primena mutacija, povratnog ukrštanja, i rekurentne selekcije za popravku agronomskih osobina (prinos i klijavosti) koje se introgresijom mutiranih gena pogoršavaju (Branković i sar., 2011).

Predložena su sledeća ukrštanja genotipova za stvaranje mapirajućih populacija i proučavanje nasleđivanja i gena za: fitinsku kiselinu (Zemunski rosa i Auburn, Tecumseh sa Stephens ili Abe, ZP AU 12 sa Caldwell ili Abe, Žitarka i 87/Ip homozigot, 37EDUYT /07 BR. 7803 i DSP-MD-01 BR. 66, 37EDUYT BR. 7817 sa 34/I ili 37EDUYT BR. 7880, 34/I i Varano, 37EDUYT /07 BR. 7849 sa 37EDUYT BR. 7896 ili 37EDUYT BR. 7821), PSH (Žitarka sa Pobedom ili Ludwigom, Marija i Apache, Tecumseh i Renan, ZP AU 12 i Abe, 37EDUYT BR. 7922 sa 37EDUYT BR. 7820 ili 34/I, 10/I sa 37EDUYT BR. 7896 ili DSP-MD-01 BR. 66, 37EDUYT BR. 7821 i 120/I),  $\beta$ -karoten (87/Ip homozigot sa Abe ili Stephens, Frankenmuth i Pobeda, Renan sa Marijom ili sa Auburn, ZP AU 12 i Abe, 37EDUYT /07 BR. 7803 sa 34/I ili

37EDUYT /07 BR. 7857, 37EDUYT BR. 7817 i DSP-MD-01 BR. 66, 37EDUYT /07 BR. 7803 i SOD 55, 37EDUYT BR.7922 sa 34/I ili DSP-MD-01 BR. 66), ukupne fenole (Renan sa Caldwell ili sa Auburn, Pobeda sa Frankenmuth ili Žitarkom, Tecumseh i Ludwig, Apache i Abe, 10/I sa 37EDUYT /07 BR. 7849 ili DSP-MD-01 BR. 66, 34/I i 37EDUYT BR.7922, 37EDUYT BR. 7880 sa 37EDUYT /07 BR. 7857 ili 37EDUYT BR. 7817, i Varano i DSP-MD-01 BR. 66).

## 8. ZAKLJUČAK

- Na osnovu analize varijanse utvrđeno je da je genotip najviše uticao na variranje sledećih agronomskih osobina: visine biljke za hlebnu pšenicu, dužine klasa i dužine zrna za hlebnu i durum pšenicu. Preovlađujući uticaj sredine je utvrđen u variranju: prinosa zrna i mase hiljadu zrna kod hlebne pšenice, broja zrna po klasu, širine zrna, debljine zrna i koeficijenta produktivnog bokorenja kod hlebne i durum pšenice. Genotip  $\times$  sredina interakcija je ostvarila najveći uticaj na varijabilnost prinosa zrna i mase hiljadu zrna kod durum pšenice, i visine biljke hlebne pšenice. Najmanje vrednosti za koeficijente genetičke i fenotipske varijacije za agronomске osobine su utvrđene za širinu zrna hlebne pšenice (2,2% i 2,4%), a najveće za prinos zrna durum pšenice (21,3% i 24,7%).
- Varijabilnost hemijsko-tehnoloških osobina je bila pod najvećim uticajem genotipa u slučaju sledećih osobina: sadržaja neorganskog fosfora i  $\beta$ -karotena kod hlebne i durum pšenice. Sredina je preovladavala u variranju sadržaja fitinske kiseline i staklavosti zrna kod durum pšenice, odnosa fitinskog i neorganskog fosfora, ukupnih fenola, PSH, rastvorljivih proteina kod hlebne i durum pšenice, dok je genotip  $\times$  sredina interakcija ostvarila najveći uticaj u varijabilnosti sadržaja fitinske kiseline kod hlebne pšenice. Najmanja vrednost za koeficijent genetičke varijacije je utvrđena za genotipove durum pšenice za rastvorljive proteine (0,7%), dok je najveća zabeležena za sadržaj  $\beta$ -karotena (14,3%) takođe za durum pšenicu. Najmanja vrednost za koeficijent fenotipske varijacije je utvrđena za sadržaj fitinske kiseline (3,6%) za genotipove durum pšenice, dok je najveća zabeležena za sadržaj PSH (17,6%) takođe kod durum pšenice.
- Heritabilnost u širem smislu za agronomске osobine je bila veoma visoka za masu hiljadu zrna-96,4% (hlebna pšenica), visinu biljke-98,2% i 90,7% (hlebna i durum pšenica), dužinu klasa-96,9% i 92,3% (hlebna i durum pšenica), broj zrna po klasu-96,1% (hlebna pšenica), dužinu zrna-99,1% i 93,0% (hlebna i durum pšenica), širinu zrna-91,3% (durum pšenica), debljinu zrna-90,8% (durum pšenica); visoka za masu hiljadu zrna-87,3% (durum pšenica), širinu zrna-83,0% (hlebna pšenica), koeficijent produktivnog bokorenja-80,7% (hlebna pšenica);
- Heritabilnost u širem smislu za hemijsko-tehnološke osobine je bila veoma visoka za sadržaj neorganskog fosfora-93,7% (hlebna pšenica), odnos fitinskog fosfora i

neorganskog fosfora-92,4% (hlebna pšenica), sadržaj  $\beta$ -karotena-92,6% i 90,7% (hlebna i durum pšenica); visoka za sadržaj neorganskog fosfora-85,9% (durum pšenica), odnos fitinskog fosfora i neorganskog fosfora-87,2% (durum pšenica), sadržaj ukupnih fenola 88,9% (hlebna pšenica).

➤ Genotip  $\times$  sredina interakcija je protumačena sa efikasnošću većom od 90% uključivanjem u model faktorijalne regresije sledećih klimatskih varijabli za: fitinsku kiselinu (relativna vlažnost vazduha u junu, osunčanost i srednja temperatura u aprilu, suma dnevnih padavina za period novembar-februar za hlebnu pšenicu, kao i padavine u junu i aprilu, maksimalna temperatura u aprilu i srednja temperatura u junu za durum pšenicu);  $\beta$ -karoten (osunčanost u maju, maksimalna temperatura u aprilu, padavine u maju i martu za hlebnu pšenicu, kao i maksimalna temperatura u maju i aprilu, suma dnevnih padavina za period novembar-februar i srednja temperatura za mart za durum pšenicu); ukupne fenole (padavine i relativna vlažnost vazduha u martu, maksimalna temperatura u aprilu i padavine u maju za hlebnu pšenicu, kao i padavine, relativna vlažnost vazduha i srednja temperatura u maju, srednja temperatura u aprilu za durum pšenicu); PSH (srednja temperatura i relativna vlažnost vazduha u aprilu, osunčanost i maksimalna temperatura u martu za hlebnu pšenicu, kao i relativna vlažnost vazduha, minimalna temperatura i osunčanost u maju, i maksimalna temperatura u aprilu za durum pšenicu).

➤ Utvrđene su značajne i konzistentne korelacije između sledećih agronomskih osobina kroz proučavane sredine: masa hiljadu zrna i debljina zrna (od 0,649\*\* do 0,825\*\*), masa hiljadu zrna i dužina zrna (od 0,637\* do 0,861\*\*), dužina klasa i dužina zrna (od 0,573\* do 0,691\*\*), broja zrna po klasu i dužine klasa (od 0,514\* do 0,563\*), debljine zrna i dužine zrna (od 0,567\* do 0,720\*\*), koeficijenta produktivnog bokorenja i širine zrna (od -0,725\*\* do -0,572\*), i koeficijenta produktivnog bokorenja i dužine zrna (od -0,612\* do -0,530\*) kod hlebne pšenice; prinosa zrna i visine biljke (od 0,617\* do 0,710\*\*), prinosa zrna i koeficijenta produktivnog bokorenja (od 0,818\*\* do 0,990\*\*), mase hiljadu zrna i debljine zrna (od 0,522\* do 0,702\*\*), mase hiljadu zrna i širine zrna (od 0,517\* do 0,670\*\*) kod durum pšenice.

➤ Značajne korelacije između hemijsko-tehnoloških osobina koje su pri tome pokazale konzistentnost kroz sredine su postojale između: fitinske kiseline i neorganskog fosfora (od 0,648\*\* do 0,822\*\*), fitinske kiseline i  $\beta$ -karotena (-0,575\* i -

0,519\*), odnosa fitinski i neorganski fosfor i  $\beta$ -karotena (-0,584\* i -0,636\*) kod hlebne pšenice;  $\beta$ -karotena i PSH (0,565\* i 0,635\*), PSH i rastvorljivih proteina (od 0,530\* do 0,824\*\*) i fitinske kiseline i fenola (-0,522\* i -0,566\*) kod durum pšenice.

➤ Utvrđeni su sledeći parovi značajno korelisanih agronomskih i hemijsko-tehnoloških osobina sa različitim stepenom konzistentnosti kroz sredine: dužina zrna i fitinska kiselina (-0,640\* i -0,553\*), visina biljke i fitinska kiselina (0,539\* i 0,604\*), dužina klasa i fitinska kiselina (-0,541\* i -0,561\*), prinos zrna i rastvorljivi proteini (-0,639\* i -0,547\*) kod hlebne pšenice; debljina zrna i  $\beta$ -karoten (-0,782\*\* i -0,550\*), prinos zrna i staklavost zrna (-0,733\*\* i -0,559\*), koeficijent produktivnog bokorenja i staklavosti zrna (od -0,674\*\* do -0,518\*), širina zrna i PSH (0,545\* i 0,551\*), masa hiljadu zrna i  $\beta$ -karoten (-0,666\*\* i -0,614\*), širina zrna i  $\beta$ -karoten (-0,691\*\* i -0,537\*) kod durum pšenice.

➤ GT analizom utvrđeno je postojanje pozitivne povezanosti između fenola i  $\beta$ -karotena, fitinske kiseline i PSH (hlebna pšenica), fenola i  $\beta$ -karotena, i fenola i PSH (durum pšenica). Utvrđena je negativna povezanost fitinske kiseline sa  $\beta$ -karotenom i sa fenolima (hlebna pšenica), kao i sa svim proučavanim antioksidansima (durum pšenica).  $\beta$ -karoten i PSH su bili u negativnoj asocijaciji kod hlebne pšenice, i u pozitivnoj kod durum pšenice. Odnos PSH i fenola je bio neodređeniji i pozitivan odnos je postojao u tri sredine, i negativan u tri kod hlebne pšenice. Staklavost zrna durum pšenice je bila negativno povezana sa svim antioksidansima. Prinos je imao negativan odnos sa svim proučavanim antioksidansima kod hlebne pšenice, i sa  $\beta$ -karotenom, fitinskom kiselinom i staklavošću zrna kod durum pšenice, dok je pozitivno bio povezan sa fenolima i PSH takođe kod durum pšenice. Odnos između prinosa zrna i fitinske kiseline kod hlebne pšenice nije bio postojan, u tri sredine je bio pozitivan, i u tri negativan. Dužina klasa je bila pozitivno povezana sa  $\beta$ -karotenom (hlebna i durum pšenica), kao i sa fenolima (durum pšenica). Visina biljke je imala pozitivan odnos sa PSH i sa fitinskom kiselinom (hlebna pšenica), i sa  $\beta$ -karotenom, fenolima i PSH (durum pšenica). Koeficijent produktivnog bokorenja je bio pozitivno povezan sa fitinskom kiselinom (hlebna pšenica), i sa fenolima i PSH (durum pšenica). Dužina zrna je ostvarila pozitivan odnos sa  $\beta$ -karotenom, fenolima, i PSH (durum pšenica). Broj zrna po klasu je bio u pozitivnoj asocijaciji sa  $\beta$ -karotenom i sa PSH (durum pšenica). Širina zrna, debljina zrna i masa hiljadu zrna su ostvarili pozitivnu asocijaciju sa PSH

(durum pšenica). Širina i debljina zrna su bili pozitivno povezani sa fitinskom kiselinom (durum pšenica).

➤ Primenom koordiniranja kroz prosečnu sredinu GGE biplota izabrani su najpoželjniji genotipovi hlebne i durum pšenice koji su ostvarili visoku prosečnu vrednost hemijsko-tehnološke osobine, u slučaju fitinske kiseline nisku, i visoku stabilnost kroz svih šest sredina: Apache i 37EDUYT /07 br. 7849 (fitinska kiselina), Abe (apsolutno stabilan) i Varano (neorganski fosfor), Pobeda i DSP-MD-01 br. 66 (odnos fitinskog i neorganskog fosfora), Apache i 37EDUYT br. 7820 ( $\beta$ -karoten), Stephens i 37EDUYT br. 7896 (ukupni fenoli), Frankenmuth i 10/I (PSH), Zemunska rosa (apsolutno stabilan) (rastvorljivi proteini), 37EDUYT br. 7821 i 34/I (staklavost zrna). Nijedan ispitivani genotip durum pšenice ne može biti preporučen za istovremeni odabir genotipa sa visokim sadržajem rastvorljivih proteina i dobrom stabilnošću, jer je stabilnost genotipova sa visokim sadržajem rastvorljivih proteina bila nezadovoljavajuća.

## 9. LITERATURA

- AACC-American Association of Cereal Chemists (1995): Pigments. Methods 14-50.  
AACC Methods (ninth ed.), American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota, USA.
- Aastveit, H., Martens, H. (1986): ANOVA interactions interpreted by partial least squares regression. *Biometrics* 42: 829-844.
- Abaye, A., Brann, D., Alley, M., Griffey, C. (2009): Winter durum wheat: Do we have all the answers? *Virginia Cooperative Extension*. Vol. 424-802: 1-8.
- Abebe, W., Bultosa, G., Lemessa, F. (2011): Grain and starch properties of six durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum* Desf) varieties grown at Debre Zeit, Ethiopia. *Ethiop. J. Appl. Sci. Technol.* 2(1): 67-74.
- Abdel-Aal, E.S.M., Rabalski, I. (2008): Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. *The Open Agric. J.* 2: 7-14.
- Adams, J.D. Jr., Klaidman, L.K., Odunze, I.N., Shen, H.C., Miller, C.A. (1991): Alzheimer's and Parkinson's disease. Brain levels of glutathione, glutathione disulfide, and vitamin E. *Mol. Chem. Neuropathol.* 14(3): 213-226.
- Adom, K.K., Liu, R.H. (2002): Antioxidant activity of grains. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6182-6187.
- Adom, K.K., Sorrells, M.E., Liu, R.H. (2003): Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7825-7834.
- Ahmad, I., Muhammad, F., Aurangzeb (2013): Breeding bread wheat for low phytic acid using full diallel crosses. *Sarhad J. Agric.* 29 (1): 33-42.
- Ahmed, N.C.M., Khaliq, I.M.M. (2007): The inheritance of yield and yield components of five wheat hybrid populations under drought conditions. *Indonesian J. Agric. Sci.* 8(2): 53-59.
- Ahmed, M., Hassan, F.U., Asim, M., Aslam, M.A., Akram, M.N. (2010): Correlation of photothermal quotient with spring wheat yield. *African J. Biotec.* 9: 7869-7852.
- Ahmed, M., Hassan, F.U. (2011): Cumulative effect of temperature and solar radiation on wheat yield. *Not. Bot. Horti. Agrob.* 39(2): 146-152.

- Ahmed, M., Hassan, F.U., Aslam, M.A., Akram, M.N., Akmal, M. (2011a): Regression model for the study of sole and cumulative effect of temperature and solar radiation on wheat yield. *African J. Biotec.* 10(45): 9114-9121.
- Ahmed, M., Hassan, F.U., Razzaq, A., Akram, M.N., Aslam, M., Ahmad, S., Zia-ul-Haq, M. (2011b): Is photothermal quotient determinant factor for spring wheat yield? *Pak. J. Bot.* 43(3): 1621-1622.
- Akçura, M. (2009): Genetic variability and interrelationship among grain yield and some quality traits in Turkish winter durum wheat landraces. *Turk. J. Agric. For.* 33: 547-556.
- Allah, S.U., Khan, A.S., Raza, A., Sadique, S. (2010): Gene action analysis of yield and yield related traits in spring wheat (*Triticum aestivum*). *Int. J. Agri. Biol.* 12: 125-128.
- Alary, R., Kobrehel, K. (1987): The sulfhydryl plus disulfide content in the proteins of durum wheat and its relationship with the cooking quality of pasta. *J. Sci. Food Agric.* 39: 123-136.
- Ali, Y., Atta, B.M., Akhter, J., Monneveux, P., Lateef, Z. (2008): Genetic variability, association and diversity studies in wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. *Pak. J. Bot.* 40(5): 2087-2097.
- Ali, I.H., Shakor E.F. (2012): Heritability, variability, genetic correlation and path analysis for quantitative traits in durum and bread wheat under dry farming conditions. *Mesopotamia J. Agric.* 40 (4): 27-39.
- Alscher, R.G. (1989): Biosynthesis and antioxidant function of glutathione in plants. *Physiologia Plantarum* 77: 457-464.
- Altenbach, S.B., Dupont, F.M., Kothari, K.M., Chan, R., Johnson, E.L., Lieu, D. (2003): Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in a US spring wheat. *J. Cereal Sci.* 37: 9-20.
- Annicchiarico, P. (2002): Genotype  $\times$  environment interaction: Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Plant Production and Protection Paper. Rome, pp. 174.
- Antes, S., Wieser, H. (2000): Quantitative determination and localisation of thiol groups in wheat flour. In: Shewry, P.R., Tatham, A.S. (eds.) *Wheat gluten. Proceedings of*

- the 7th International Workshop Gluten 2000, Bristol, UK, 2-6 April 2000 pp. 211-214. ISBN 0-85404-865-0.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., Royo, C. (2004): Physiology of yield and adaptation in wheat and barley breeding. In: Nguyen, H.T., Blum, A. (eds.) Physiology and biotechnology integration for plant breeding. Part I. Physiological basis of yield and environmental adaptation. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel. pp. 1-49.
- Archer, M.J. (1979): Interrelationships between ideologically important thiol, disulphide groups and yield-quality parameters of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). J. Sci. Food Agric. 30(60): 566-574.
- Argirova, M.D., Breipohl, W. (2002): Glycated proteins can enhance photooxidative stress in aged and diabetic lenses. Free Radic. Res. 36: 1251-1259.
- Ashraf, M., O'Leary, J.W. (1999): Changes in soluble proteins in spring wheat stressed with sodium chloride. Biologia Plantarum 42: 113-117.
- Aycicek, M., Yildirim, T. (2006): Heritability of yield and some yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Bangladesh J. Bot. 35(1): 17-22.
- Aydin, N., Mut, Z., Ozcan H. (2010): Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) J. Food Agric. Environ. 8 (2): 419-421.
- Baghestani, A., Lemieux, C., Leroux, G.D, Baziramakenga, R., Simard, R.R. (1999): Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Sci. 47: 498-504.
- Bahrman, N., Le Gouis, J., Negroni, L., Amilhat, L., Leroy, P., Laine, A.L., Jaminon, O. (2004): Differential protein expression assessed by two-dimensional gel electrophoresis for two wheat varieties grown at four nitrogen levels. Proteomics 4: 709-719.
- Baker, S., Herrman, T.J., Loughin, T. (1999): Segregating hard red winter wheat into dough factor groups using single kernel measurements and whole grain protein analysis. Cereal Chem. 76: 884-889.
- Bakhsh, A., Hussain, A., Khan, A.S. (2003): Genetic studies of plant height, yield and its components in bread wheat. Sarhad. J. Agric. 19: 529-534.

- Barac, M.B., Jovanovic, S.T., Stanojevic, S.P., Pesic, M.B. (2006): Effect of limited hydrolysis on traditional soy protein concentrate. *Sensors* 6: 1087-1101.
- Baril, CP. (1992): Factor regression for interpreting genotype  $\times$  environment interaction in bread-wheat trials. *Theor. Appl. Genet.* 83: 1022-1026.
- Barkley, A., Tack, J., Nalley, L.L., Bergtold, J., Bowden, R., Fritz, A. (2013): The impact of climate, disease, and wheat breeding on wheat variety yields in Kansas, 1985–2011. Bulletin 665, pp 1-31, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, USA.
- Bassiri, A., Nahapetian, A. (1977): Differences in concentrations and interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc, and iron in wheat varieties grown under dry land and irrigated conditions. *J. Agric. Food Chem.* 25: 1118-1122.
- Baum, M., Impiglia, A., Ketata, H., Nachit, M. (1995): Studies on some grain quality traits in durum wheat grown in Mediterranean environments. In: Di Fonzo, N., Kaan, F., Nachit, M. (eds.) *Durum wheat quality in the Mediterranean region*. Zaragoza: CIHEAM, pp. 181-187.
- Bechtel, D.B., Abecassis, J., Shewry, P.R., Evers, A.D. (2009): Development, structure, and mechanical properties of the wheat grain. In: Khan, K., Shewry, P.R., eds. *Wheat chemistry and technology* (4th edition). St. Paul, MN, USA: AACC International, pp. 68-86.
- Becker, H.C., Léon, J. (1988): Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 101: 1-23.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009): Cereals and cereal products. In Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P.: *Food Chemistry*, 4th Ed., Berlin: Springer, pp. 670-745, ISBN 978-3-540-69933-0.
- Bell, M.A., Fischer, R.A., Byerlee, D., Sayre, K. (1995): Genetic and agronomic contributions to yield gains: a case study for wheat. *Field Crops Res.* 44: 55-65.
- Berger, M., Planchon, C. (1990): Physiological factors determining yield in bread wheat- effects of introducing dwarfism genes. *Euphytica* 51: 33-39.
- Berman, M., Bason, M.L., Ellison, R., Peden, G., Wrigley, C.W. (1996): Image analysis of the whole grains to screen for flour-milling yield in wheat breeding. *Cereal Chem.* 73: 323-327.

- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. (2005): Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller mill fractions. *Cereal Chem.* 82 (4): 390-393.
- Bilgin, O., Baser, I., Korkut, K.Z., Genctan, T., Balkan, A., Saglam, N. (2009): Variations for grain yield and milling value of durum wheat landraces and obsolete cultivars. *Phillipp. Agric. Scientist* 92(1): 25-32.
- Bilgin, O., Korkut, K.Z., Baser, I., Daglioglu, O., Ozturk, I., Kahraman, T., Balkan, A. (2010): Variation and heritability for some semolina characteristics and grain yield relations in durum wheat (*Triticum durum* Desf). *World J. Agric. Sci.* 6(3): 301-308.
- Blakeney, A.B., Cracknell, R.L., Crosbie, G.B., Jefferies, S.P., Miskelly, D.M., O'Brien, L., Panozzo, J.F., Suter, D.A.I., Solah, V., Watts, T., Westcott, T., Williams R.M. (2009): Understanding Australian wheat quality: Wheat quality objectives Group, Kingston, Australia, pp.39 ISBN 979-0-9775029-4-3.
- Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K.V. (2003): Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany* 91: 179-194.
- Blumenthal, C.S., Barlow, E.W.R., Wrigley, C.W. (1993): Growth environment and wheat quality: the effect of heat stress on dough properties and gluten proteins. *J. Cereal Sci.* 18: 3-21.
- Borghi, B., Corbellini, M., Minoia, C., Palumbo, M., di Fonzo, N., Perenzin, M. (1997): Effects of Mediterranean climate on wheat bread-making quality. *Eur. J. Agron.* 6: 145-154.
- Borrelli, G.M., De Leonardis, A.M., Platani, C., Troccoli, A. (2008): Distribution along durum wheat kernel of the components involved in semolina colour. *J. Cereal Sci.* 48: 494-502.
- Branković, G., Knežević, D., Dodig, D., Dragičević, V. (2011): Oplemenjivanje pšenice na nizak sadržaj fitinske kiseline-stanje i perspektive. *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 48(1): 7-14.
- Branković, G. (2010): Procena adaptabilnosti komercijalnih NS hibrida suncokreta primenom GGE biplot analize. Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, pp. 106.
- Breseghello, F., Sorrells, M.E. (2006): Association mapping of kernel size and milling quality in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Genetics* 177: 1165-1177.

- Bresegghello, F., Sorrells, M.E., (2007): QTL analysis of kernel size and shape in two hexaploid wheat mapping populations. *Field Crop Res.* 101: 172-179.
- Brown, T.A., Jones, M.K., Powell, W., Allaby, R.G. (2009): The complex origins of domesticated crops in the Fertile Crescent. *Trends Ecol. Evol.* 24: 103-109.
- Bors, W., Michel, C. (2002): Chemistry of the antioxidant effect of polyphenols. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 957: 57-69.
- Buonocore, V., De Biasi, M.G., Giardina, P., Poerio, E., Silano, V. (1985): Purification and properties of an alfa-amylase tetrameric inhibitor from wheat kernel. *Biochimica et Biophysica Acta* 831: 40-48.
- Butrón, A., Velasco, P., Ordaás, A., Malvar, R.A. (2004): Yield evaluation of maize cultivars across environments with different levels of pink stem borer infestation. *Crop Sci.* 44: 741-747.
- Calderini, D.F., Ortiz-Monasterio, I. (2003): Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. *Crop Sci.* 43: 141-151.
- Camire, A.L., Clydesdale, F.M. (1982): Analysis of phytic acid in foods by HPLC. *J Food Sci.* 47: 575-578.
- Campbell, C.A., Davidson, H.R., Winkelman, G.E. (1981): Effect of nitrogen, temperature, growth stage and duration of moisture stress on yield components and protein content of Manitou spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 61: 549-563.
- Carbonero, P., Salcedo, G., Sánchez-Monge, R., Maroto, F., Royo, J., Gomez, L., Mena, M., Diaz, L.A. (1993): Multigene family from cereals which encodes inhibitors of trypsin and heterologous amylases. In: *Innovations of proteases and their inhibitors*, F.X. Avilés (ed.). Walter de Gruyter, Berlin i New York, pp. 333-348.
- Carlini, C.R., Grossi-de-Sá, M.F. (2002): Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. *Toxicon* 40: 1515-1539.
- Carver, B.F. (2009): *Wheat science and trade*. Wiley-Blackwell, Iowa, USA.
- Centeno, C., Viveros, A., Brenes, A., Lozano, A., de La Cuadra, C. (2003): Effect of several germination conditions on total P, phytate P, phytase, acid phosphatase activities and inositol phosphate esters in spring and winter wheat. *J. Agric. Sci.* 141: 313-321.

- Ceyhan, E., Kahraman, A., Önder, M. (2011): Environmental effects on quality parameters of plant products. International Conference on Biology, Environment and Chemistry IPCBEE 24, pp. 23-27, IACSIT Press, Singapore.
- Chen, X., Schofield, J.D. (1996): Changes in the glutathione content and breadmaking performance of white wheat flour during short-term storage. *Cereal Chem.* 73(1): 1-4.
- Chen, F., Bradford, K.J. (2000): Expression of an expansin is associated with endosperm weakening during tomato seed germination. *Plant Physiol.* 124: 1265-1274.
- Chernikova, T., Robinson, J.M., Lee, E.H., Mulchi, C.L. (2000): Ozone tolerance and antioxidant enzyme activity in soybean cultivars. *Photosynth. Res.* 64: 15-26.
- Ciaffi, M., Tozzi, L., Borghi, B., Corbellini, M., Lafiandra, D. (1996): Effect of heat shock during grain filling on the gluten protein composition of bread wheat. *J. Cereal Sci.* 24(2): 91-100.
- Clarke, J.M., Clarke, F.R., Ames, N.P., McCaig, T.N., Knox R.E. (2000): Evaluation of predictors of quality for use in early generation selection. In: *Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges*, eds. Royo, C., Nachit, M.M., Di Fonzo, N., Araus, J.L. Serie A: Séminaires Méditerranéennes No. 40. Zaragoza, España: Instituto Agronomico Mediterraneo de Zaragoza, pp. 439-446.
- Clarke, F.R., Clarke, J.M., McCaig, T.N., Knox, R.E., DePauw, R.M. (2006): Inheritance of yellow pigment concentration in seven durum wheat crosses. *Can. J. Plant Sci.* 86: 133-141.
- Clayton, W.D., Renvoize, S.A. (1986): In *genera graminum grasses of the world*. HMSO, London, pp. 146-158.
- Comstock, R.E., Moll, R.H. (1963): Genotype-environment interaction. In Hanson, W.D., Robinson, H.F. (eds.) *Statistical genetics and plant breeding*, Washington/DC: National Academy of Science-National Research Council, pp. 164-196.
- Cooper, M., Hammer, G.L. (1996): *Plant adaptation and crop improvement*. CAB International, Wallingford, UK, ICRISAT, Patancheru, India, and IRRI, Manila, Philippines, pp. 480-486.
- Correll, R., Butler, J., Spouncer, L., Wrigley, C. (1994): The relationship between grain-protein content of wheat and barley and temperatures during grain filling. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 869-873.

- Cornelius, P.L., Crossa, J., Seyedsadr, M. (1996): Statistical tests and estimators for multiplicative models for cultivar trials. In: Kang, M.S., Gauch, H.G., Jr., (Eds.), Genotype-by-Environment Interaction. Boca Raton: CRC Press, pp. 199-234.
- Crossa, J., Cornelius, P.L. (1997): Sites regression and shifted multiplicative model clustering of cultivar trial sites under heterogeneity of error variances. *Crop Sci.* 37: 405-415.
- Cseuz, L., Fonad, P., Kertesz, C., Kertesz, Z., Kovacs, I., Matuz, J., Ovari, J. (2008): Progress in yield components and yield potential in bread wheat and durum wheat genotypes. In: Molina-Cano, J.L., Christou, P., Graner, A., Hammer, K., Jouve, N., Keller, B., Lasa, J.M., Powell, W., Royo, C., Shewry, P., Stanca, A.M. (eds.). Cereal science and technology for feeding ten billion people: genomics era and beyond. Zaragoza: CIHEAM / IRTA, pp. 383-386.
- Cunningham, F.X., Gantt, E. (1998): Genes and enzymes of carotenoid biosynthesis in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49: 557-83.
- Daniel, C., Triboi, E.J. (2000): Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *J. Cereal Sci.* 32(1): 45-56.
- Dawson, I.A., Wardlaw, I.F. (1989): The tolerance of wheat to high temperature during reproductive growth, III. Booting and anthesis. *Aust. J. Agric. Res.* 40: 965-980.
- Degewione, A., Dejene, T., Sharif, M., (2013): Genetic variability and traits association in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *J. Agric. Sci.* 1(2): 19-29.
- de Kok, L.J., de Kan, P.J.L., Tánczos O.G., Kuiper, P.J.C. (1981): Sulphate induced accumulation of glutathione and frost-tolerance of spinach leaf tissue. *Physiologia Plantarum* 53(4): 435-438.
- de Oliveira, G.P.R., Rodriguez-Amaya, D.B. (2007): Processed and prepared corn products as sources of lutein and zeaxanthin: Compositional variation in the food chain. *J. Food Sci.* 72: S79-S85.
- Denis, J.B. (1988): Two-way analysis using covariates. *Statistics* 19: 123-132.
- Denčić, S., Mladenov, N., Kobiljski, B. (2011): Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *Int. J. Plant Prod.* (5): 71-82.

- Denčić, S., Malešević, M., Pržulj, N., Kondić-Špika, A. (2012): Nauka i praksa semenarstva strnih žita. Vojvođanska akademija nauka i umetnosti i Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Dexter, E.J., Williams, C.P., Edwards, M.N., Martin, G.D. (1988): The relationships between durum wheat vitreousness, kernel hardness and processing quality. *J. Cereal Sci.* 7: 169-181.
- Dexter, E.J., Edwards, N.M. (1998)) The implications of frequently encountered grading factors on the processing quality of durum wheat. *Association of Operative Millers Bulletin*, October, 7165-7171.
- Dhindsa, G.S., Bains, K.S. (1987): Genetics of harvest index in wheat. *Indian J. Agric. Sci.* 58: 529-534.
- Dholakia, B.B., Ammiraju, J.S.S., Singh, H., Lagu, M.D., Röder, M.S., Rao, V.S., Dhaliwal, H.S., Ranjekar, P.K., Gupta, V.S., Weber, W.E. (2003): Molecular marker analysis of kernel size and shape in bread wheat. *Plant Breed.* 122: 392-395.
- Dinelli, G., Carretero, A.S., Di Silvestro, R., Marotti, I., Fu., S., Benedettelli, S., Ghiselli, L., Fernández Gutiérrez, A. (2009). Determination of phenolic compounds in modern and old varieties of durum wheat using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1216: 7229-7240.
- Dinelli, G., Marotti, I., Di Silvestro, R., Bosi, S., Bregola, V., Accorsi, M., Di Loreto, A., Benedettelli, S., Ghiselli, L., Catizone, P. (2013): Agronomic, nutritional and nutraceutical aspects of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under low input agricultural management. *Italian J. Agron.* 8(12): 85-93. doi:10.4081/ija.2013.e12.
- Dixit, S.K. (1990): Variability pattern in durum wheat under different sowing path analysis in land races of bread wheat from South Western Iran. *Euphytica* 41: 183-190.
- Dodig, D. (2010): Wheat breeding for drought resistance. Serbian Genetic Society, Belgrade.
- Dodig, D., Zorić, M., Kandić, V., Perovic, D., Šurlan-Momirović (2012): Comparison of responses to drought stress of 100 wheat accessions and landraces to identify opportunities for improving wheat drought resistance. *Plant Breed.* 131: 369-379.

- Dong, W., Hoseney, R.C. (1995): Effects of certain breadmaking oxidants and reducing agents on dough rheological properties. *Cereal Chem.* 72: 58-64.
- Dowell, E.F. (2000): Differentiating vitreous and nonvitreous durum wheat kernels by using near-infrared spectroscopy. *Cereal Chem.* 77: 155-158.
- Džamić, R., Stevanović, D., Jakovljević, M. (1996): *Praktikum iz agrohemije*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
- Dragičević, V. (2007): Uticaj ubrzanog starenja i stimulativnih koncentracija 2,4-D na seme kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, pp. 145.
- Dragičević, V., Sredojević, S., Perić, V., Nišavić, A., Srebrić, M. (2011): Validation study of a rapid colorimetric method for the determination of phytic acid and inorganic phosphorus from seeds. *Acta Periodica Technologica* 42: 11-21.
- Drankhan, K., Carter, J., Ron, M., Carol, K., Frank, P., Yemen, L., Thomas, W., Neil, S., Dolores, T.J. (2003): Antitumor activity of wheats with high orthophenolic content. *J. Nutr. Cancer* 47: 188-194.
- Dupont, F.M., Altenbach, S.B. (2003): Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *J. Cereal Sci.* 38: 133-146.
- Dykes, L., Rooney, L.W. (2007): Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World* 52: 105-111.
- Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Edwards, M. (2010): Morphological features of wheat grain and genotype affecting flour yield. PhD thesis, Southern Cross University, Lismore, NSW.
- Eid, M.H. (2009): Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. *Int. J. Gen. Mol. Biol.* 1: 115-120.
- Elahmadi, A.B. (1994): Development of wheat germplasm tolerant to heat stress in Sudan. In: Saunders, D.A., Hettel, G.P. (eds.), *Wheat in heatstressed environments: irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems*. CIMMYT, Mexico DF.
- Ellis, M.H., Spielmeier, W., Gale, K.R., Rebetzke, G.J., Richards, R.A. (2002): Perfect markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 105: 1038-1042.

- El Ouafi, I., Nachit, M.M, Martin L.M. (2001): Identification of a microsatellite on chromosome 7B showing a strong linkage with yellow pigment in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). *Hereditas* 135: 255-261.
- El Ouafi, I. (2001): Quantitative Trait Loci (QTL) determination of grain quality traits in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). PhD thesis, Cordoba University, Spain.
- Erkul, A., Ünay, A., Konak, C. (2010): Inheritance of yield and yield components in a bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cross. *Turkish J. Field Crops* 15(2): 137-140.
- Evers, A.D. (2000): Grain size and morphology: implications for quality. In: *Wheat structure, biochemistry and functionality*, Schofield, D. (ed.), London: Royal Society of Chemistry, pp. 19-24.
- Evers, A.D., Cox, R.I., Shaheedullah, M.Z., Withey, R.P. (1990): Predicting milling extraction rate by image analysis of wheat grains. *Asp. Appl. Biol.* 25: 417-426.
- Falconer, D.S. (1981): *Introduction to quantitative genetics*. London and New York: Longman.
- Fan, X.M., Kang, M.S., Chen, H., Zhang, Y., Tan, Y., Xu, C. (2007): Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. *Agronomy J.* 99(1): 220.
- Fan, M.S., Zhao, F.J., Fairweather-Tait, S.J., Poulton, P.R., Dunham, S.J., McGrath, S.P. (2008): Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 22(4): 315-324.
- FAO (2013): Faostat. <http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e04.htm>
- Fardet, A., Rock, E., Rémésy, C. (2008): Is the *in vitro* antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected *in vivo*? *J. Cereal Sci.* 48: 258-276.
- Fares, C., Platani, C., Baiano, A., Menga, V. (2010): Effect of processing and cooking on phenolic acid profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta enriched with debranning fractions of wheat. *Food Chem.* 119: 1023-1029.
- Fath, A., Bethke, P., Beligni, V., Jones, R. (2002): Active oxygen and cell death in cereal aleurone cells. *J. Exp. Bot.* 53: 1273-1282.
- Febles, C.I., Arias, A., Hardisson, A., Rodríguez-Alvarez, C., Sierra, A. (2002): Phytic acid level in wheat flours. *J. Cereal Sci.* 36: 19-23.

- Feldman, M., Sears, E.R. (1981): The wild genes resources of wheat. *Sci. Am.* 244: 102-112.
- Ferreira, M.S.L., Bonicel, J., Abecassis, J., Samson, M.F., Morel M.H. (2008): Changes in the redox status of *Triticum durum* endosperm during grain filling. From seed to pasta: The durum wheat chain–International Durum wheat Symposium, June 30 - July 3 2008, Bologna, Italy.
- Fethi, B., Mohamed, E.G. (2010): Epistasis and genotype-by-environment interaction of grain yield related traits in durum wheat. *Plant Breeding and Crop Sci.* 2(2): 024-029.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. (1963): The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- Fox, M.R.S., Tao, S.H. (1989): Antinutritive effects of phytate and other phosphorilated derivatives. *Nutrition Toxicology* 3: 59-62.
- Fowler, D.B. (2003): Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. *Agron. J.* 95: 260-265.
- Frances, M.D., William, J.H., William, H.V., Charlene, T., Kerry, M.K., Okkyung, K.C., Susan, B.A. (2006): Protein accumulation and composition in wheat grains: Effects of mineral nutrients and high temperature. *Eur. J. Agron.* 25: 96-107.
- Fulcher, R.G., Duke, T.K. (2002): Whole-grain structure and organization: implications for nutritionists and processors. In: Marquart, L., Slavin, L., Fulcher, R.G. (eds.), *Whole-grain foods in health and disease*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, pp. 9-45.
- Fuller, D.Q. (2007): Contrasting patterns in crop domestication and domestication rates: Recent archaeobotanical insights from the Old World. *Ann. Bot. (Lond.)* 100: 903-924.
- García-Estepa, R.M., Guera-Hernández, E., García-Villanova, B. (1999): Phytic acid content in milled cereal products and breads. *Food Res. Internat.* 32: 217-221.
- Garcia-Olmedo, F., Carmona, M.J., Lopez-Fando, J.J., Fernandez, J.A., Castagnaro, A., Molina, A., Hernandez-Lucas, C., Carbonero, P. (2002): Characterization and analysis of thionin genes. In: *Plant gene research, Genes involved in plant defense*, Boller, T., Molina, A. (eds.) New York, Springer, pp. 283-302

- Gasztonyi, M.N, Farkas, R.T., Berki, M., Petróczi, I.M, Daoood H.G. (2011): Content of phenols in wheat as affected by varietal and agricultural factors. *Journal of Food Composition and Analysis* 24: 785-789.
- Gatarić, Đ., (2005): *Sjemenarstvo sa osnovama oplemenjivanja*. Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Banja Luka.
- Gate, P. (2007): Le blé face au changement climatique. *Perspectives Agric.* 336: 20-56.
- Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1996): AMMI analysis of yield trials. In Kang, M.S., Gauch, H.G. (eds.) *Genotype by environment interaction*. pp. 1-40, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gegas, V.C., Nazari, A., Griffiths, S., Simmonds, J., Fish, L., Orford, S., Sayers, L., Doonan, J.H., Snapea, J.W. (2010): A genetic framework for grain size and shape variation in wheat. *The Plant Cell* 22: 1046-1056.
- Gilbert, H.F., McLean, V., McLean, M. (1990): Molecular and cellular aspects of thiol-disulphide exchange. *Adv. Enz.* 63: 169-172.
- Glamočlija, Đ. (2012a): *Ratarstvo*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Glamočlija, Đ. (2012b): *Posebno ratarstvo-žita i zrnene mahunarke*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Gökmen, V., Serpen, A., Fogliano, V. (2009): Direct measurement of the total antioxidant capacity of foods: the 'QUENCHER' approach. *Trends Food Sci. Technol.* 20: 278-288.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W.S., Courtin, C.M., Gebruers, K., Delcour, J.A. (2005): Wheat flour constituents: how they impact bread quality and how to impact their functionality. *Trends Food Sci. Technol.* 16: 12-30.
- Graham, R.D., Rosser J.M. (2000): Carotenoids in staple foods: Their potential to improve human nutrition. *Food and Nutrition Bulletin* 21 (4): 404-409.
- Grausgruber, H., Oberforster, M., Werteker, M., Ruckenbauer, P., Vollmann, J. (2000): Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. *Field Crops Res.* 66: 257-267.
- Grosch, W. (1986): Redox systems in dough. In: Blanshard, J.M.V., Frazier, P.J., Galliard, T. (eds.) *Chemistry and physics of baking*. pp. 155-169, Royal Society of Chemistry, London.

- Grudarzi, M., Pakniyal, H. (2009): Salinity cause increase in prolein and protein content and peroxidase activity in wheat cultivars. *J. Appl. Sci.* 9(2): 348-353.
- Gulnaz, S., Sajjad, M., Khaliq, I., Khan, A.S., Khan, S.H. (2011): Relationship among coleoptile length, plant height and tillering capacity for developing improved wheat varieties. *Int. J. Agric. Biol.* 13 (1): 130-133.
- Gurmani, R., Khan, S.J., Saqib, Z.A., Khan, R., Shakeel, A., Ullah, M. (2007): Genetic evaluation of some yield and yield related traits in wheat. *Pak. J. Agric. Sci.* 44: 6-11.
- Guttieri, M., Bowen, D., Dorsch, J.A., Raboy, V., Souza, E. (2004): Identification and characterization of low phytic acid wheat. *Crop Sci.* 44: 418-424.
- Guttieri, M.J., Peterson, K.M., Souza, E.J. (2006a): Milling and baking quality of low phytic acid wheat. *Crop Sci.* 46: 2403-2408.
- Guttieri, M.J., Peterson, K.M., Souza, E.J. (2006b): Agronomic performance of low phytic acid wheat. *Crop Sci.* 46: 2623-2629.
- Guttieri, M.J., Peterson, K.M., Souza, E.J. (2007): Nutritional and baking quality of low phytic acid wheat. In: Buck, H.T. et al. (eds.), *Wheat production in stressed environments*, Springer, pp. 487-493.
- Hadži-Tašković Škalović, V., Dodig, D., Žilić, S., Basić, Z., Kandić, V., Delić, N., Miricescu, M. (2013): Genotypic and environmental variation of bread and durum wheat proteins and antioxidant compounds. *Romanian Agricultural Research* 30: 1-10, first online DII 2067-5720 RAR 2012-203.
- Haji, H.M., Hunt, L.A. (1999): Genotype × environment interactions and underlying environmental factors for winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Sci.* 79: 497-505.
- Hanakahi, L.A., Bartlet-Jones, M., Chappell, C., Pappin, D., West, S.C. (2000): Binding of inositol phosphate to DNK-PK and stimulation of double-strand break repair. *Cell* 102: 721-729.
- Harland, B.F., Morris, E.R. (1995): Phytate: a good or a bad food component? *Nutrition Res.* 15: 733-754.
- Heidari, B., Saeidi, G., Sayed Tabatabaei, B.E., Suenaga, K. (2012): QTLs involved in plant height, peduncle length and heading date of wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agr. Sci. Tech.* 14: 1093-1104.
- Henderson, K.N., Tye-Din, J.A., Reid, H.H., Chen, Z., Borg, N.A., Beissbarth, T., Tatham, A., Mannering, S.I., Purcell, A.W., Dudek, N.L., van Heel, D.A.,

- McCluskey, J., Rossjohn, J., Anderson, R.P. (2007): A structural and immunological basis for the role of human leukocyte antigen DQ8 in celiac disease. *Immunity* 27 (1): 23-34.
- Hídvégi, M., Lásztity, R. (2002): Phytic acid content of cereals and legumes and interaction with proteins. *Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng.* 46: 59-64.
- Hogy, P., Fangmeier, A.J. (2008): Effects of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on grain quality of heat. *Cereal Sci.* 48(3): 580-591.
- Hoseney, R.C. (1986): Structure of cereals. In: Hoseney RC, (ed.) *Principles of cereal sciences and technology*. St. Paul, MA, USA: AACC, pp. 1-33.
- Hühn, M. (1979): Beiträge zur Erfassung der phänotypischen Stabilität. I. Vorschlag einiger auf Ranginformationen beruhenden Stabilitätsparameter. *EDV in Medizin und Biologie* 10: 112-117.
- Inamullah, Ahmad, H., Mohammad, F., Siaj-Ud-Din, Hassan, G., Gul, R. (2006): Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits bread wheat. *Pak. J. Bot.* 38:1169-1175.
- Irmak, S., Jonnala, R.S., MacRitchie, F. (2008): Effect of genetic variation on phenolic acid and policosanol contents of Pegaso wheat lines. *J. Cereal Sci.* 48: 20-26.
- Jagshoran, (1995): Estimation of variability parameters and path coefficients for some quantitative characters in hill wheat. *Madras Agric. J.* 82: 441-444.
- Jamieson, P.D., Porter, J.R., Wilson, D.R. (1991): A test of the wheat simulation model ARCWHEAT1 on wheat crops in New Zealand. *Field Crops Res.* 27: 337-350.
- Jamieson, P.D., Wilson, D.R. (1993): Physiological and agronomic limits to wheat yield and quality. *Wheat Symposium: limits to production and quality*, Agronomy Society of New Zealand special publication no. 8: 25-31.
- Jarecki, W., Bobrecka-Jamro, D. (2011): Reaction of spring wheat cv. Parabola to diversified sowing density. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4): 79-86.
- Jaswinder, S., Malcolm, B., Greg, T., John, H.S. (2001): Albumin and globulin proteins of wheat flour immunological and n-terminal sequence characterisation. *J. Cereal Sci.* 34: 85-103.
- Jenner, C.F. (1991): Effects of exposure of wheat ears to high temperature on dry matter accumulation and carbohydrate metabolism in the grain of two cultivars. II. Carry-over effects. *Aust. J. Plant Physiol.* 18: 179-190.

- Jimenez, A., Hernandez, J.A., Pastori, G., del Rio, L.A., Sevilla, F. (1998): Role of the ascorbate-glutathione cycle of mitochondria and peroxisomes in the senescence of pea leaves. *Plant Physiol.* 118: 1327-1335.
- Johansson, E., Svensson, G. (1998): Variation in bread-making quality: effects of weather parameters on protein concentration and quality in some Swedish wheat cultivars grown during the period 1975-1996. *J. Sci. Food Agric.* 78: 109-118.
- Johansson, E., Prieto-Linde, M.L., Jönsson, J.Ö. (2001): Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chem.* 78: 19-25.
- Kaluđerski, G., Filipović, N. (1998): Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Zavod za tehnologiju žita i brašna.
- Kang, M.S. (1990): Genotype-by-environment interaction and plant breeding. Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, LA, USA.
- Kang, M.S., Gauch, H.J. (1996): Genotype-by-environment interaction. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 1-15.
- Karki, D., Glover, K.D., Fahey, J., Halaweish, F.T., Ibrahim, A.M.H. (2013): Variability and heritability of grain extracts in spring and winter wheat grown in South Dakota, *J. Crop Improv.* 27 (5): 547-560.
- Karnoven, T., Peltonen, J., Kivi, E. (1991): The effect of northern climate conditions on sprouting damage of wheat grains. *Ada Agriculturae Scandinavica* 41: 55-64.
- Kashif, M., Khaliq, I. (2004): Heritability, correlation and path coefficient analysis for some metric traits in wheat. *Int. J. Agri. Biol.* 6 (1): 138-142.
- Khalid, M., Khalil, I.H., Farhatullah, Bari, A., Tahir, M., Ali, S., Anwar, S., Ali, A., Ismail, M. (2011): Assessment of heritability estimates for some yield traits in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Bot.* 43(6): 2733-2736.
- Khan, A.S., Habib, I. (2003): Gene action in a five parent diallel crosses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Biol. Sci.* 6: 1945-1948.
- Khan, A.J., Ali, A., Azam, F.I., Zeb, A. (2007): Identification and isolation of low phytic acid wheat (*Triticum aestivum* L.) inbred lines / mutants. *Pak. J. Bot.* 39(6): 2051-2058.

- Khan, N., Naqvi, F.N. (2011): Heritability of morphological traits in bread wheat advanced lines under irrigated and non-irrigated conditions. *Asian J. Agric. Sci.* 3(3): 215-222.
- Khush, G.S. (2001): Green revolution: the way forward. *Nature Rev. Genet.* 2: 815-822.
- Kim, H.Y., Kim, O.H., Sung, M.K. (2003): Effects of phenol-depleted and phenol-rich diets on blood markers of oxidative stress, and urinary excretion of quercetin and kaempferol in healthy volunteers. *J. Americ. College of Nutrition* 22: 217-223.
- Knezevic, D., Zecevic, V., Stamenkovic, S., Atanasijevic, S., Milosevic B. (2012): Variability of number of kernels per spike in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *J. Central European Agric.* 13(3): 617-623.
- Kobrehel, K., Reymond, C., Alary, R. (1988): Low molecular weight durum wheat glutenin fractions rich in sulfhydryl plus disulfide groups. *Cereal Chem.* 65(1): 65-69.
- Kobrehel, K.S., Yee, B.C., Buchanan, B.B. (1991): Role of the NADP/thioredoxin system in the reduction of alpha-amylase and trypsin inhibitor proteins. *JBC* 266 (24): 16135-16140.
- Koehler, P., Wieser, H. (2013): Chemistry of cereal grains. In: Gobbetti, M., Gänzle, M. (eds.), *Handbook on Sourdough Biotechnology*, Springer Science+Business Media, New York, USA.
- Kokini, J.L., Cocero, A.M., Madeka, H., De Graaf, E. (1994): The development of state diagrams for cereal proteins. *Trends Food Sci. Technol.* 5: 281-288.
- Kolev, T., Tahsin, N., Koleva, L., Ivanov, K., Dzhugalov, H., Mangova, M., Delchev, G. (2011): Cultivar impact on the chemical content and grain technological qualities of some durum wheat cultivars. *J. Central European Agric.* 12(3): 467-476.
- Korkut, K.Z., Bilgin, O., Baser, I., Saglam, N. (2007): Stability of grain vitreousness in durum wheat (*Triticum durum* L. Desf.) genotypes in the north-western region of Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 31: 313-318.
- Kuktaitė, R. (2004): Protein quality in wheat: changes in protein polymer composition during grain development and dough processing. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.
- Kumar, A.B.N., Hunshal, C.S. (1998): Correlation and path coefficient analysis in durum wheats (*Triticum durum* Desf.) under different planting dates. *Crop Res. Hisar* 16: 358-361.

- Kumar, P., Yadava, R.K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R.K., Yadav, S. (2011): Nutritional contents and medicinal properties of wheat: a review. *Life Sciences and Medicine Research*, LSMR-22: 1-10.  
E-ISSN: 19487886 [http://astonjournals.com/manuscripts/Vol2011/LSMR-22\\_Vol2011.pdf](http://astonjournals.com/manuscripts/Vol2011/LSMR-22_Vol2011.pdf).
- Kwiatkowska, D.P., Madaj, D., Warchalewski J.R. (2007): The biological activity of wheat, rye and triticale varieties harvested in four consecutive years. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 6(4): 55-65.
- Lacaze, X., Roumet, P., (2004): Environment characterisation for the interpretation of environmental effect and genotype  $\times$  environment interaction. *Theor. Appl. Genet.* 109: 1632-1640.
- Lafiandra, D., Margiotta, B., Colaprico, G., Masci, S., Roth, M. R., MacRitchie, F. (2000): Introduction of the D-genome related high and low molecular glutenin subunits into durum wheat and their effect on technological properties. Shewry, P.R, Tatham, A.S., (eds.) *Gluten proteins 2000. Proceedings of the seventh international gluten workshop*, Cambridge, UK. Royal Society of Chemistry. 51-54.
- Laghari, K.A., Sial, M.A., Arain, M.A., Mirbahar, A.A, Pirzada, A. J., Dahot, M.U., Mangrio, S.M. (2010): Heritability studies of yield and yield associated traits in bread wheat. *Pak. J. Bot.* 42(1): 111-115.
- Landau, S., Mitchell, R.A.C., Barnett, V., Colls, J.J., Craigon, J., Payne, R.W. (2000): A parsimonious, multiple-regression model of wheat yield response to environment. *Agric. Forest Meteorol.* 101: 151-166.
- Larson, S.R., Young, K.A., Cook, A., Blake, T.K., Raboy, V. (1998): Linkage mapping two mutations that reduce phytic acid content in barley grain. *Theor. Appl. Genet.* 97: 141-146.
- Latta, M., Eskin, M. (1980): A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.* 28(6): 1313-1315.
- Leszczyńska, D., Noworolnik, K., Grabiński, J., Jaśkiewicz, B. (2007): Ilość wysiewu nasion jako czynnik kształtujący plon ziarna zbóż [Seed sowing rate as a factor determining the grain yield of cereals]. [In:] *Wybrane elementy technologii produkcji roślinnej* [Chosen elements of plant production technology], A. Harasim ed., *Studia i Raporty IUNG-PIB* 9: 17-27.

- Lemtiri-Chlieh, F., MacRobbie, E.A.C., Brearley, C.A. (2000): Inositol hexakisphosphate is a physiological signal regulating the K-inward rectifying conductance in guard cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97: 8687-8692.
- Leustek, T., Martin, M.N., Bick, J.A., Davies, J.P. (2000): Pathways and regulation of sulfur metabolism revealed through molecular and genetic studies. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 141-165.
- Liang, Y.L., Richards, R.A. (1994): Coleoptile tiller development is associated with fast early vigour in wheat. *Euphytica* 80: 119-124.
- Li, M., Lee, T.C. (1998): Effect of cysteine on the molecular weight distribution and the disulfide cross-link of wheat flour proteins in extrudates. *J. Agric. Food Chem.* 46: 846-853.
- Li, W., Shan, F., Sun, S., Corke, H., Beta, T. (2005): Free radical scavenging properties and phenolic content of Chinese black-grained wheat. *J. Agric. Food Chem.* 53: 8533-8536.
- Li, L., Shewry, P.R., Ward, J.L. (2008): Phenolic acids in wheat varieties in the HEALTHGRAIN diversity screen. *J. Agric. Food Chem.* 56: 9732-9739.
- Li, Y.Y., Liu, B.H., Liu, Q.X., Zhang, W.Y., Zhang, S.M., Xie, L.L., Xin, L., Jing-Min, M.A., Ai-Guo, L.I., Yu-Qin, L.I. (2009): Effect of climatic conditions on winter wheat yield in Hebei Low Plain. *J. Triticeae Crops* 29: 330-334.
- Li, S., Wheelerb, T., Challinorc, A., Lind, E., Jud, H., Xud, Y. (2010): The observed relationships between wheat and climate in China. *Agric. Forest. Meteor.* 150: 1412-1419.
- Li, H., Wang, X., Ma, Y., Wen, Z., Li, J., Zhang, H., Wu, Y., Lei, C., Wang, S., Wang, J., Geng, Z., Yang, C., Li, W., Lu, W. (2013): Ecophysiological factors on phytic acid concentration in soybean seed. *Crop Sci.* 53 (5): 2195-2201.
- Lin, H.R., Wang, A.Y., Li, Z.B., Qi, Y.Q., Peng, X.L. (2007): The influencing factors and way of improving of high or low protein content of wheat. *Seed* 26: 56-58.
- Liu, Z.H., Wang, H.Y., Wang, X.E., Zhang, G.P., Chen, P.D., Liu, D.J. (2006): Genotypic and spike positional difference in grain phytase activity, phytate, inorganic phosphorus, iron, and zinc contents in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Cereal Sci.* 44: 212-219.
- Liu, R.H. (2007): Whole grain phytochemicals and health. *J. Cereal Chem.* 46: 207-219.

- Lobell, D.B., Field, C.B. (2007): Global scale climate-crop yield relationships and the impact of recent warming. *Environ. Res. Lett.* 2: 1-7.
- Loggini, B., Navari-Izzo, F., Izzo, R. (1997): Has glutathione a key role in the resistance to oxidative stress in durum wheat? *Phyton* 37(3): 151-156.
- Lolas, G.M., Palamidis, N., Markakis, P. (1976): The phytic acid-total phosphorus relationship in barley, oats, soybeans, and wheat. *Cereal Chem.* 53(6): 867-871.
- Lönnerdal, B. (2003): Genetically modified plants for improved trace element nutrition. *J. Nutrition* 133 (5): 1490S-1493S.
- Lönnerdal, B. (2002): Phytic acid-trace element (Zn, Cu, Mn) interactions. *International J. Food Sci. Technol.* 37: 749-758.
- Lopez, H.W., Leenhardt, F., Coudray, C., Remesy, C. (2002): Minerals and phytic acid interactions: Is it a real problem for human nutrition? *Int. J. Food Sci. Technol.* 37: 727-739.
- Lorenz, A., Scott, P., Lamkey, K. (2007): Quantitative determination of phytate and inorganic phosphorus for maize breeding. *Crop Sci.* 47: 598-604.
- Lorenz, A., Scott, P., Lamkey, K. (2008): Genetic Variation and breeding potential of phytate and inorganic phosphorus in a maize population. *Crop Sci.* 48: 79-84.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951): Protein measurement with the Folin Phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Lv, L., Yao, Y., Zhang, L., Dong Z., Jia, X., Liang, S., Ji, J. (2013): Winter wheat grain yield and its components in the North China Plain: irrigation management, cultivation, and climate. *Chilean J. Agric. Res.* 73(3): 233-242.
- Lukow, O., Suchy, J., Adams, K., Brown, D., DePauw, R., Fox, S., Hatcher, D., Humphreys, G., McCaig, T., White, N. (2012): Effect of solar radiation, plant maturity and post-harvest treatment on the color and phenolic and carotenoid content in seed of red and white Canadian wheat. *J. Cell & Plant Sci* 3(1): 1-13.
- Madic, M., Knezevic, D., Paunovic, A., Bokan, N. (2006): Variability and inheritance of tillering in barley hybrids. *Genetika* 38 (3): 193-202.
- Malik, A.H. (2009): Nutrient uptake, transport and translocation in cereals: influences of environment and farming conditions. Introductory paper at the Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science 2009:1 Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp, September 2009, ISSN 1654-3580.

- Malvar, R.A., Revilla, P., Butrón, A., Gouesnard, B., Boyat, A., Soengas, P., Álvarez, A., Ordás, A., (2005): Performance of crosses among French and Spanish maize populations across environments. *Crop Sci.* 45: 1052-1057.
- Marta, A.D., Grifoni, D., Mancini, M., Zipoli, G., Orlandini, S. (2011): The influence of climate on durum wheat quality in Tuscany, Central Italy. *Int. J. Biometeorol.* 55: 87-96.
- Marshall, D.R., Mares, D.J., Moss, H.J., Ellison, F.W. (1986): Effects of grain shape and size on milling yields in wheat. II. Experimental studies. *Aust. J. Agr. Res.* 37: 331-342.
- Marza, F., Bai, G.H., Carver, B.F., Zhou, W.C. (2006): Quantitative trait loci for yield and related traits in wheat population Ning7840 × Clark. *Theor. Appl. Genet.* 112: 688-698.
- Matsuo, R.R., Dexter, J.E (1980): Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. *Can. J. Plant Sci.* 60: 49-53.
- Meyer, A.S., Donovan, J.L., Pearson, D.A., Waterhouse, A.L., Frankel, E.N. (1998): Fruit hydroxycinnamic acids inhibit human lowdensity lipoprotein oxidation in vitro. *J. Agric. Food Chem.* 46: 1783-1787.
- Mladenović-Drinić, S., Ristić, D., Sredojević, S., Dragičević, V., Micić-Ignjatović, D., Delić, N. (2009): Genetic variation of phytate and ionorganic phosphorus in maize population. *Genetika-Belgrade* 41(1): 107-115.
- Mohammad, F., Ahmad, I., Khan, N.U., Maqbool, K., Naz, A., Shaheen, S., Ali, K. (2011): Comparative study of morphological traits in wheat and triticale. *Pak. J. Bot.* 43(1): 165-170.
- Mohammadi, R., Amri, A. (2011): Graphic analysis of trait relations and genotype evaluation in durum wheat. *J. Crop Improv.* 25: 680-696.
- Mohammadi, M., Karimizadeh, R., Shefazadeh, M.K., Sadeghzadeh, B. (2011): Statistical analysis of durum wheat yield under semi-warm dryland condition. *AJCS* 5(10): 1292-1297.
- Mohammed, A., Geremew, B., Amsalu, A. (2012): Variation and associations of quality parameters in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) genotypes. *Int. J. Plant Breed. Genet.* 6 (1): 17-31.

- Mohammadi, M., Sharifi, P., Karimizadeh, R., Shefazadeh, M.K. (2012): Relationships between grain yield and yield components in bread wheat under different water availability (dryland and supplemental irrigation conditions). *Not. Bot. Horti. Agrobi.* 40(1): 195-200.
- Moore, J., Hao, Z., Zhou, K., Luther, M., Costa, J., Yu, L.L. (2005): Carotenoid, tocopherol, phenolic acid, and antioxidant properties of Maryland-grown soft wheat. *J. Agric Food Chem.* 53: 6649-6657.
- Moore, J., Liu, J.G., Zhou, K.Q., Yu, L.L. (2006): Effects of genotype and environment on the antioxidant properties of hard winter wheat bran. *J. Agric. Food Chem.* 54: 5313-5322.
- Morgan, B.C., Dexter, J.E., Preston, K.R. (2000): Relationship of kernel size to flour water absorption for Canada Western Red Spring Wheat. *Cereal Chem.* 77: 286-292.
- Morris, R., Sears, E.R. (1967): The cytogenetics of wheat and its relatives. In Quisenberry, K.S., Reitz, L.P. (eds.): *Wheat and wheat improvement*, pp. 19-87, Amer. Soc. Agron., Madison, USA.
- Morrison, W.P. (1988): Current distribution and economic impact. pp. 4-8. In Pears F.B., Pilcher S.D. (eds.) *Proc. Russian Wheat Aphid Workshop*, 2nd, Denver, CO. 11–12 Oct. 1988. Colorado State Univ., Ft. Collins, USA.
- Mpofu, A., Harry, D., Sapirstein, H.D., Beta, T. (2006): Genotype and environmental variation in phenolic content, phenolic acid composition, and antioxidant activity of hard spring wheat. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 1265-1270.
- Müller, S., Wieser, H. (1997): The location of disulphide bonds in monomeric gamma-gliadins. *J. Cereal Sci.* 26: 169-176.
- Nachit, M.M, Baum, M., Impiglia, A, Ketata, H. (1995): Studies on some grain quality traits in durum wheat grown in Mediterranean environments. *Proc. Seminar on durum wheat quality in the Mediterranean regions*. Zaragoza. 17-19 Nov. 1995. *Options Mediterraneennes Serie A*, 22: 181-188, ICARDA/ CIHEAM/ CIMMYT.
- Nachit, M.M., Asbati, A. (1987): Testing for vitreous kernels in durum wheat at ICARDA. *Rachis Barley and Wheat Newsletter* 6(2): 48-49.
- Nadaf, S. (2010): Studies on biochemical quality parameters of wheat as influenced by location. Master thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.

- Nalley, L.L., Barkley, A., Watkins, B., Hignight, J. (2009): Enhancing farm profitability through portfolio analysis: the case of spatial rice variety selection. *J. Agric. Appl. Econ.* 41: 1-12.
- Nair, S., Ullrich, S.E., Blake, T.K., Cooper, B., Griffey, C.A., Hayes, P.M., Hole, D.J., Horsley, R.D., Obert, D.E., Smith, K.P., Muehlbauer, G.J., Baik, B.K. (2010): Variation in kernel hardness and associated traits in U.S. Barley Breeding lines. *Cereal Chem.* 87(5): 461-466.
- Nanda, G.S., Hazarika, G.N., Gill, K.S (1981): Inheritance of heading date, plant height, ear length and spikelets per spike in an intervarietal cross of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 60: 167-171.
- Nassar, R., Hühn, M. (1987): Studies on estimation of phenotypic stability: Test of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics* 43: 45-53.
- Nazeer, A.W., Safeer-ul-Hassan, M., Akram, Z. (2004): Genetic architecture of some agronomic traits in diallel cross of bread wheat. *Pak. J. Biol. Sci.* 7:1340-1342.
- Noctor, G., Foyer, C.H. (1998): Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49: 249-279.
- Obuchowski, W. (1997): *Technologia Przemysłowej Produkcji Makaronu*. AR, Poznan, Poland.
- O'Dell, B.L., de Boland, A.R., Koirtiyohann, S.R. (1972): Distribution of phytate and nutritionally important elements among morphological components of cereal grains. *J. Agric. Food Chem.* 20: 718-721.
- Ortiz-Monasterio, I., Palacios-Rojas, N., Meng, E., Pixle, K., Trethowan, R., Pena, R.J. (2007): Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *J. Cereal Sci.* 46: 293-307.
- Osborne, T.B. (1907): *The proteins of the wheat kernel*, Carnegie Institution of Washington, Publication no. 84., Judd & Detweiler, INC.
- Østergaard, H., Rasmussen, S.K., Roberst, T.H., Hejgaard, J. (2000): Inhibitory serpins from wheat grain with reactive centers resembling glutamine-rich repeats of prolamin storage proteins. *J. Biol. Chem.* 275: 33272-33279.

- Oueslati, O., Ben-Hammouda, M., Ghorbel, M.H., el Gazzeh, M., Kremer, R.J. (2009): Role of phenolic acids in expression of barley (*Hordeum vulgare*) autotoxicity. *Allelopathy Journal* 23 (1): 151-166.
- Ozturk, A., Aydin, F. (2004): Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *J. Agron. Crop Sci.* 190 (2): 93-99.
- Pan, J., Zhu, Y., Cao, W., Dai, T., Jiang, D. (2006): Predicting the protein content of grain in winter wheat with meteorological and genotypic factors. *Plant Prod. Sci.* 9(3): 323-333.
- Panfili, G., Fratianni, A., Irano, M. (2004): Improved normal-phase high-performance liquid chromatography procedure for the determination of carotenoids in cereals. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6373-6377.
- Parker, G.D., Chalmers, K.J., Rathjen, A.J., Langridge, P. (1998): Mapping loci associated with flour colour in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 97: 238-245.
- Paredes-Lopez, O., Corravioubas-Alvarez, M., Barquin-Carmona, J. (1985). Influence of nitrogen fertilization on the physicochemical and functional properties of bread wheats. *Cereal Chem.* 62(6): 427-432.
- Patil, R.M., Oak, M.D., Tamhankar, S.A., Sourdille, P., Rao, V.S (2008): Mapping and validation of a major QTL for yellow pigment content on 7AL in durum wheat (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*). *Mol. Breed.* 21: 485-496.
- Pavlović, M. (1997): Fenotipska varijabilnost i nasledivanje nekih parametara efikasnosti ishrane azotom kod hibrida pšenice. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Piergiovanni, A.R. (2007): Extraction and separation of water-soluble proteins from different wheat species by acidic capillary electrophoresis *J. Agric. Food Chem.* 55: 3850-3856.
- Pearson, K. (1901): On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philos. Mag. Sixth Series* 2: 559-572.
- Perez-Jimenez, J., Saura-Calixto, F. (2005): Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. *J. Agric. Food Chem.* 53: 5036-5040.
- Petrova, I. (2007): End-use quality of Bulgarian durum wheat. *Bulgarian J. Agric. Sci.* 13: 161-169.

- Petrović, S., Dimitrijević, M., Belić, M. (2007): Heritabilnost visine stabljike i parametara klase pšenice na ritskoj crnici. *Letopis naučnih radova* 31 (1): 146-152.
- Pfeiffer, W.H., Reynolds, M.P., Sayre, K.D. (2000): Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in durum wheat. In : Royo, C., Nachit, M., Di Fonzo, N. Araus, J.L. (eds.). *Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges* . Zaragoza: CIHEAM, pp. 83-93.
- Poehlman, J.M. (1987): *Breeding Field Crops*. 3rd Edition. Avi publishing company Inc., Westport Connecticut. pp. 153.
- Pollman, R.M. (1991): Atomic absorption spectrophotometric determination of calcium and magnesium and colorimetric determination of phosphorus in cheese: collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 74(1): 27-31.
- Poornima, S., Udaiyan, K. (2000): Estimation of simple sugars and polyphenols in neem seeds during storage. *Seed Sci.Technol.* 28: 517-520.
- Powlson, D.S., Hart, P.B.S., Poulton, P.R., Johnston, A.E., Jenkinson, D.S. (1992): Influence of soil type, crop management and weather on the recovery of 15 N-labelled fertilizer applied to winter wheat in spring. *J. Agric. Sci.* 118: 83-100.
- Pozniak, C.J., Knox, R.E., Clarke, F.R, Clarke, J.M. (2007): Identification of QTL and association of a phytoene synthase gene with endosperm colour in durum wheat. *Theor. Appl. Genet.* 14:525-537.
- Prakash, M., Shetty, M.S., Tilak, P., Anwar, N. (2009): Total thiols: Biomedical importance and their alteration in various disorders. *Online J. Health Allied Scs.* 8(2): 2.
- Prodanović, S. (1992): Genetičke vrednosti F1 hibrida pšenice dobijenih dialelnom metodom. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Protić, R., Spasojević, B., Šćepanović, T. (1988): Prinos zrna i neke komponente prinosa raznih genotipova pšenice pri različitoj gustini setve. *Savremena poljoprivreda* 36: 289-384.
- Protić, R. (1999): The importance of agrotechnical methods for a high wheat grain yield. *Romanian Agric. Res.* 11: 351 - 360.
- Protić, R., Todorović, G., Protić, N. (2009): Correlations of yield and grain yield components of winter wheat varieties. *J. Agric. Sci.* 54(3): 213-221.

- Pržulj, N., Mladenov, N., Bogdanović, M. (1999): Inheritance of productive tillering in spring wheat. *Genetika* 31 (3): 207-217.
- Purna, S.K.G. (2010): Understanding and improving functionality of waxy wheat flours. PhD thesis, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA, pp. 171.
- R Development Core Team, (2010): R: A Language and environment for statistical computing, Vienna, Austria: R foundation for statistical computing. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>
- Raboy, V., Gerbasi, P.F., Young, K.A., Stoneberg, S.G., Pickett, S.G., Bauman, A.T., Murthy, P.P.N., Sheridan, W.F., Ertl, D.S. (2000): Origin and seed phenotype of maize low-phytic acid 1-1 and low phytic acid 2-1. *Plant Physiol.* 124: 355-368.
- Raboy, V. (2001a): Progress in breeding low phytate crops. Symposium: Plant Breeding: A new tool for fighting micronutrient malnutrition, April 1st, Orlando, Florida, p. 503-505.
- Raboy, V. (2001b): Seeds for a better future: “low phytate” grains help to overcome malnutrition and reduce pollution. *Trends in Plant Science* 6(10): 458-462.
- Raboy V, Young KA, Dorsch JA, Cook A (2001): Genetics and breeding of seed phosphorus and phytic acid. *J. Plant Physiol.* 158: 489-497.
- Raboy, V. (2002): Progress in breeding low phytate crops. Plant breeding: a new tool for fighting micronutrient malnutrition. American Society for Nutritional Sciences, Orlando, Florida, US, pp. 503-505.
- Rachón, L., Szumilo, G. (2009): Yield of winter durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines in condition of different protection level of plants. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 8(3): 15-22.
- Ram, S., Mishra, B. (2008): Biochemical basis and molecular genetics of processing and nutritional quality traits of wheat. *J. Plant Biochem. & Biotechnol.* 17(2): 111-126.
- Ramachandran, A. (2010): Carotenoid accumulation during grain development in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). M.Sc. thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
- Ramya, P., Chaubal, A., Kulkarni, K., Gupta, L., Kadoo, N., Dhaliwal, H.S., Gupta, V. (2010): QTL mapping of 1000-kernel weight, kernel length, and kernel width in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Appl. Genet.* 51: 421-429.

- Rao, A.C.S., Smith, J.L., Jandhyala, V.K., Papendrick, R.I., Paar, L.F. (1993): Cultivar and climatic effects on the protein content of soft white winter wheat. *Agron. J.* 85: 1023-1028.
- Reichwald, K., Hatzack, F. (2008): Application of a modified Haug and Lantzsch method for the rapid and accurate phytate determination in soybean, wheat and maize meals. *J. Agri. Food Chem.* 56: 2888-2891.
- Reynolds, M.P., Rajaram, S., Sayre, K.D. (1999): Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. *Crop Sci.* 39: 1611-1621.
- Rharrabti, Y., García del Moral, L.F., Villegas, D., Royo, C. (2003): Durum wheat quality in Mediterranean environments III. Stability and comparative methods in analysing  $G \times E$  interaction. *Field Crops Res.* 80: 141-146.
- Rhazi, L., Cazalis, R., Lemelin, E., Aussenac, T. (2003): Changes in the glutathione thiol disulfide status during wheat grain development. *Plant Physiol. Biochem.* 41(10): 895-902.
- Riaz, R., Chowdhry, M. (2003): Estimation of variation and heritability of some physiomorphic traits of wheat under drought conditions. *Asian J. Plant Sci.* 2(10): 748-755.
- Robert, N., Denis, J.B. (1996): Stability of baking quality in bread wheat using several statistical parameters. *Theoret. Appl. Genet.* 32: 87-89.
- Roberts, M.J., Schlenker, W., Eyer, J. (2013): Agronomic weather measures in econometric models of crop yield with implications for climate change. *Americ. J. Agric. Econom.* 95(2): 236-243.
- Royo, C., García del Moral, L.F., Slafer, G., Nachit, M.M., Araus, J.L. (2005): Selection tools for improving yield-associated physiological traits, in Durum wheat breeding: current approaches and future strategies, Royo, C., Nachit, M.M., Di Fonzo, N., Araus, J.L., Pfeiffer, W.H., Slafer, G.A., (eds.) Binghamton, NY: Haworth Press: pp. 563-598.
- Royo, C., Álvaro, F., Martos, V., Ramdani, A., Isidro, J., Villegas, D., García Del Moral, L.F. (2007): Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. *Euphytica* 155: 259-270.

- Safrany, S.T., Caffrey, J.J., Yang, X., Shears, S.B. (1999): Diphosphoinositol polyphosphates: the final frontier for inositide research. *Biol. Chem.* 380: 945-951.
- Sakurai, M., Furuki, T., Akao, K., Tanaka, D., Nakahara, Y., Kikawada, T., Watanabe, M., Okuda, T. (2008): Vitriification is essential for anhydrobiosis in an African chironomid, *Polypedilum vanderplanki*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 5093-5098.
- Saleem, M., Chowdhry, M.A., Kashif, M., Khaliq, M. (2005): Inheritance pattern of plant height, grain yield and some leaf characteristics of spring wheat. *Int. J. Agri. Bio.* 17:1015-1018.
- Samaan, J. (2007): Characterisation of grain quality of Syrian durum wheat genotypes affecting milling performance and end-use quality. PhD thesis, University of Plymouth, UK.
- Sanchez-Fernandez, R., Fricker, M., Corben, L.B., White, N.S., Sheard, N., Leaver, C.J., Van Montagu, M., Inze, D., May, M.J. (1997): Cell proliferation and hair tip growth in the *Arabidopsis* root are under mechanistically different forms of redox control. *Proceedingd of the National Academy of Sciences of the USA* 94: 2745-2750.
- Sandoya, G., Malvar, R.A., Santiago, R., Alvarez, A., Revilla, P., Butrón, A. (2010): Effects of selection for resistance to *Sesamia nonagrioides* on maize yield, performance and stability under infestation with *Sesamia nonagrioides* and *Ostrinia nubilalis* in Spain. *Ann. Appl. Biol.* 156: 377-386.
- Santra, M., Santra, D.K., Rao, V.S., Taware, S.P., Tamhankar, S.A. (2005): Inheritance of  $\beta$ -carotene concentration in durum wheat (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*). *Euphytica* 144: 215-221.
- Santos, C.V.D., Rey, P. (2006): Plant thioredoxins are key actors in the oxidative stress response. *Trends Plant Sci.* 11(7): 329-334.
- Sapirstein, H.D., Fu, B.X. (1998): Intercultivar variation in the quantity of monomeric proteins, soluble and insoluble glutenin, and residue protein in wheat flour and relationships to breadmaking quality. *Cereal Chem.* 75: 500-507.
- Sasakawa, N., Sharif, M., Hanley, M.R. (1995): Metabolism and biological activities of inositol pentakisphosphate and inositol hexakisphosphate. *Biochem. Pharmacol.* 50: 137-146.

- Schofield, J.D., Booth, M.R. (1983): Wheat proteins and their technological significance. In: Developments in food proteins., Hudson, B.J.F., (ed.) London, Applied Science Publishers, pp. 1-65.
- Schofield, J.D., Chen, X. (1995): Analysis of free reduced and free oxidised glutathione in wheat flour. *J. Cereal Sci.* 21: 127-136.
- Seibutis, V., Deveikytė, I., Feiza, V. (2009): Effects of short crop rotation and soil tillage on winter wheat development in central Lithuania. *Agron. Res.* 7 (Special issue I): 471-476.
- Sen, A., Bergvinson, D., Miller, S.S., Atkinson, J., Fulcher, R.G., Arnason, J.T. (1994): Distribution and microchemical detection of phenolic acids, flavonoids and phenolic acid amides in maize kernels. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1879-1883.
- Seyedsadr, M., Cornelius, P.L. (1992): Shifted multiplicative model for nonadditive two-way tables. *Comm. Stat. B. Simulation and Computation* 21: 807-822.
- Sharma, S.N., Sain, R.S., Sharma, R.K. (2003): Genetics of spike length in durum wheat. *Euphytica* 130: 155-161.
- Shewry, P.R., Napier, J.A., Tatham, A.S. (1995): Seed storage proteins: structures and biosynthesis. *The Plant Cell* 7: 945-956.
- Shi, Y., Zhang, Y.L., Yu, Z.W. (2009): Contents of grain protein components and their relationships to processing. *Acta Agron. Sin.* 35: 1306-1312.
- Shonjani, S. (2002): Salt sensitivity of rice, maize, sugarbeet and cotton during germination and early vegetative growth. PhD thesis. Institute of Plant Nutrition, Justus Liebig University, Giessen, Germany.
- Shukla, G.K. (1972): Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 29: 237-245.
- Sial, M.A., Arain, M.A., Javed, M.A., Jamali, K.D. (2002): Genetic impact of dwarfing genes (*Rht1* and *Rht2*) for improving grain yield in wheat. *Asian J. Plant Sci.* 1 (3): 254-256.
- Simić, A., Sredojević, S., Todorović, M., Đukanović, L., Radenović, C. (2004): Studies on the relationship between content of total phenolics in exudates and germination ability of maize seed during accelerated aging. *Seed Sci. & Technol.* 32: 213-218.
- Singh, H., MacRitchie, F. (2001): Application of polymer science to properties of gluten. *J. Cereal Sci.* 33: 231-243.

- Singh, G., Chaudhary, H. (2006): Selection parameters and yield enhancement of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different moisture stress condition. *Asian J. Plant Sci.* 5: 894-898.
- Singh, A., Reimer, S., Pozniak, C.J., Clarke, F.R., Clarke, J.M., Knox, R.E., Singh A.K. (2009): Allelic variation at *Psy1-A1* and association with yellow pigment in durum wheat grain. *Theor. Appl. Genet.* 118: 1539-1548.
- Slavin, J.L., Martini, M.C., Jacobs Jr, D.R., Marquart, L. (1999): Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. *Am. J. Clin. Nutr.* 70 (suppl): 459S–63S.
- Smith, G.P., Gooding, M.J. (1999): Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agric. For. Meteorol.* 94: 159-170.
- Songsri, P., Jogloy, S., Kesmala, T., Vorasoot, N., Akkasaeng, C.P.A., Holbrook, C. (2008). Heritability of drought resistance traits and correlation of drought resistance and agronomic traits in peanut. *Crop Sci.* 48: 2245-2253.
- Spiertz, J.H.J. (1977): The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Neth. J. Agric. Sci.* 25: 182-197.
- Stoeva, I. (2012): Technological evaluation of new common winter wheat lines developed at Dobrudzha Agricultural Institute-General Toshevo. *Agric. Sci. Techn.* 4(1): 10-14.
- Statsoft (2009): STATISTICA for windows. StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA.
- Stone, P.J., Nicolas, M.E. (1995): A survey of the effects of high temperature during grain filling on yield and quality of 75 wheat cultivars. *Aust. J. Agric. Res.* 46: 475-492.
- Sun, X.Y., Wu, K., Zhao, Y., Kong, F.M., Han, G.Z., Jiang, H.M., Huang, X.J., Li, R.J., Wang, H.G., Li, S.S. (2009): QTL analysis of kernel shape and weight using recombinant inbred lines in wheat. *Euphytica* 165: 615-624.
- Svečnjak, Z., Bujan, M., Dragojević, I.V., Vitali, D., Čebušnik, A., Jenel, M. (2007): Nitrogen and phosphorus content, hectoliter weight and yield variations of wheat grain as affected by cropping intensity. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 72(3): 251-255.
- Svensson, B., Fukuda, K., Nielsen, P.K., Bonsager, B.C. (2004): Proteinaceous alpha-amylase inhibitors. *Bioch. Biophys. Acta* 1696: 145-156.

- Syltie, P.W., Dahnke, W.C. (1983): Mineral and protein content, test weight, and yield variations of hard red spring wheat as influenced by fertilization and cultivar. *Qual. Plant.* 32: 37-49.
- Šurlan-Momirović, G., Rakonjac, V., Prodanović, S., Živanović, T. (2005): Genetika i oplemenjivanje biljaka. Univerzitet u Beogradu, pp. 251.
- Tabekhia, M.M., Donnelly, B.J. (1982): Phytic acid in durum wheat and its milled products. *Cereal Chem.* 59(2): 105-107.
- Taghouti, M., Gaboun, F., Nsarellah, N., Rhrib, R., El-Haila, M., Kamar, M., Abbad-Andaloussi, F., Udupa, S.M. (2010): Genotype × environment interaction for quality traits in durum wheat cultivars adapted to different environments *African J. Biotech.* 9(21): 3054-3062.
- Tang, J., Zou, C., He, Z., Shi, R., Ortiz-Monasterio, I., Qu, Y., Zhang, Y. (2008): Mineral element distributions in milling fractions of Chinese wheats. *J. Cereal Sci.* 48: 821-828.
- Tao, H., Ma, J., Liu, C., You, W., Yan, M., Wang, B. (2012): Distribution of protein components of wheat from different regions. *African J. Biotechnol.* 11 (46): 10568-10574.
- Tavakoli, M., Poustini, K., Alizadeh, H. (2012): Soluble proteins, a biochemical indicator for salinity screening in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Elixir Appl. Botany* 48: 9312-9314
- Tayyar, S. (2008): Grain yield and agronomic characteristics of Romanian bread wheat varieties under the conditions of Northwestern Turkey. *African J. Biotechn.* 7 (10): 1479-1486.
- Thorne, G.N. (1965): Photosynthesis of ears and flag leaves of barley and wheat. *Ann. Bot.* 115: 2317-329.
- Tonkaz, T., Dogan, E., Kocyigit, R. (2010): Impact of temperature change and elevated carbon dioxide on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under semi-arid conditions. *Bulgarian J. Agric. Sci.* 16 (5): 565-575.
- Troccoli, A., Di Fonzo, N. (1999): Relation between kernel size features and test weight in *Triticum durum*. *Cereal Chem.* 76: 45-49.

- Trufanov, V.A., Kichatinova, S.V., Kazartseva, A.T., Permyakov, A.V. (2000): Thiol oxidase and disulfide reductase activities of wheat *Triticum aestivum* L. caryopsis and its technological quality. *Applied Biochem. Microbiol.* 36 (1): 76-79.
- Tsen, C.C., Anderson, J.A. (1963): Determination of sulfhydryl and disulfide groups in flour and their relation to wheat quality. *Cereal Chem.* 40: 314-323.
- Tsegaye, D., Dessalegn, T., Dessalegn, Y., Share G. (2012): Genetic variability, correlation and path analysis in durum wheat germplasm (*Triticum durum* Desf). *Agricultural Research and Reviews* 1 (4): 107-112.
- Tsunewaki, K. (2009): Plasmon analysis in the Triticum-Aegilops complex. *Breed. Sci.* 59: 455-470.
- Turksoy, S., Ozkaya, B., Akbas, S. (2010): The effect of wheat variety and flour extraction rate on phytic acid content of bread. *J. Food, Agric. & Environ.* 8 (2): 178-181.
- Tyagi, B.S., Shoran, J., Singh, G., Gupta, R.K., Mishra, B. (2008): Breeding durum wheat genotypes for better grain yield, pasta quality and resistance. *International Durum Wheat Symposium On "Seed to Pasta: The durum wheat Chain"* June 30- July 3, 2008, Bologna, Italy.
- Uhlen, A.K., Hafskjold, R., Kalhovd, A.H., Sahlström S., Longva, A., Magnus, E.M., (1998): Effects of cultivar and temperature during grain filling on wheat protein content, composition, and dough mixing properties. *Cereal Chem.* 75: 460-465.
- Van Eeuwijk, F.A., Denis, J.B., Kang, M.S. (1996): Incorporating additional information on genotypes and environments in models for two-way genotype by environment tables. In: Kang, M.S., Gauch, H.G. Jr (eds.) *Genotype by environment interaction: new perspectives*. Boca Raton, Florida: CRC Press, pp. 15-49.
- Vargas, M., Crossa, J., Sayre, K., Reynolds, M., Ramírez, M.E., Talbot, M. (1998): Interpreting genotype  $\times$  environment interaction in wheat using partial least squares regression. *Crop Sci.* 38: 679-689.
- Vargas, M., Crossa, J., van Eeuwijk, F.A., Ramírez, M.E., Sayre, K. (1999): Using partial least squares regression, factorial regression, and AMMI models for interpreting genotype  $\times$  environment interaction. *Crop Sci.* 39: 955-967.
- Vázquez, D., Berger, A.G., Cuniberti, M., Bainotti, C., de Miranda, M.Z., Scheeren, P.L., Jobet, C., Zúñiga, J., Cabrera, G., Verges, R., Peña, R.J. (2012): Influence of

- cultivar and environment on quality of Latin American wheats. *J. Cereal Sci.* 56 (2): 196-203.
- Vavilov, N.I. (1951): Phytogeographic basis of plant breeding. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica* 13: 1-366.
- Voltas, J., López-Córcoles, H., Borrás, G. (2005): Use of biplot analysis and factorial regression for the investigation of superior genotypes in multi-environment trials. *Europ. J. Agron.* 22: 309-324.
- Waga, J. (2004): Structure and allergenicity of wheat gluten proteins – a review. *Polish J. Food and Nutrition Sci.* 13: 327-338.
- Wang, M., Hamer, R.J., vanVliet, T., Oudgenoeg, G. (2002): Interaction of water extractable pentosans with gluten protein: effect on dough properties and gluten quality. *J. Cereal Sci.*: 36: 25-37.
- Wang, A.L., Pei, Y.H., Li, X.H., Zhang, Y.Z., Zhang, Q., He, Z.H., Xia, X.C., Appels, R., Ma, W., Huang, X.Q., Yan, Y.M. (2008): Rapid separation and characterization of grain water-soluble proteins in bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) by capillary electrophoresis. *Canad. J. Plant Sci.* 88 (4): 843-848.
- Wang, R.Z., Xiao, L.T., Ding, J.H., Yan, Q.Q. (2003): Association of phytate formation with grain filling in rice. *Rice Science* 11 (1-2): 38-42.
- Wei, X.Z., Wu, C.S. (1990): Morphological relationship in wheat-(I) stem and internode. In: Wei, X. (ed.), *Analysis of plant-type structure and information system of yielding breeding in wheat*, pp. 88-102. Southeast University Press, Nanjing, China.
- Wheeler, T.R., Hong, T.D., Ellis, R.H., Batts, G.R., Morison, J.I.L., Hadley, P. (1996): The duration and rate of grain growth, and harvest index, of wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to temperature and CO<sub>2</sub>. *J. Exp. Bot.* 47: 623-630.
- Wiegand, C.L., Cuellar, J.A. (1981): Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.* 21: 95-101.
- Wilcox, J., Premachandra, G., Young, K., Raboy, V. (2000): Isolation of high seed inorganic P, low-phytate soybean mutants. *Crop Sci.* 40: 1601-1605.
- Wieser, H., Koehler, P. (2008): The biochemical basis of celiac disease. *Cereal Chem.* 85: 1-13.

- Williams, S.G. (1970): The role of phytic acid in the wheat grain. *Plant Physiol.* 45: 376-381.
- Wiersma, J.J., Busch, R.H., Fulcher, G.G., Hareland, G., (2001): Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. *Crop Sci.* 41: 999-1005.
- Worland, A.J., Korzun, V., Roder, M.S., Ganai, M.W., Law, C.N. (1998): Genetic analysis of the dwarfing gene *Rht8* in wheat. Part II. The distribution and adaptive significance of allelic variants at the *Rht8* locus of wheat as revealed by microsatellite screening. *Theor. Appl. Genet.* 96: 1110-1120.
- Wricke, G. (1962): Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen streubreite. *Z. Pflanzenzucht.* 47: 92-96.
- Wu, H., Haig, T., Pratley, J., Lemerle, D., An, M. (2000): Allelochemicals in wheat (*Triticum aestivum* L.): Variation of phenolic acids in root tissues. *J. Agric. Food Chem.* 48: 5321-5325.
- Xiang, C., Werner, B.L., Christensen, E.M., Oliver, D.J. (2001): The biological functions of glutathione revisited in *Arabidopsis* transgenic plants with altered glutathione levels. *Plant Physiol.* 126 (2): 564-574.
- Yan, W. (2001): GGEbiplot – a Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agron. J.* 93: 1111-1118.
- Yan, W., Rajcan, I. (2002): Biplot evaluation of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.* 42: 11-20.
- Yan, W. (2002): Singular value partitioning for biplot analysis of multi-environment trial data. *Agron. J.* 94: 990-996.
- Yan, W., Kang, M.S. (2003): GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yan, W., Tinker, N.A. (2006): Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canad. J. Plant Sci.* 86: 623-645.
- Yan, M.L., Cai, R.G., Jia, X.L., Wang, J.C., Wang, Z.L. (2007): Effects of different irrigation regimes on protein components and dough rheology of wheat. *Acta Agron. Sin.* 33: 337-340.
- Yan, C.P., Zhang, Y.Q., Zhang, D.Y., Dang, J.Y. (2008): Effects of sowing date and planting density on the grain's protein component and quality of strong and medium gluten winter wheat cultivars. *Chin. J. Appl. Ecol.* 19: 1733-1740.

- Yang, M.L., Sung, F.J.M. (1994): The effect of suboptimal temperature on germination of triploid watermelon seeds of different weights. *Seed Sci. Technol.* 22 (3): 485-493.
- Yao, J.B., Ma, H.X., Ren, L.J., Zhang, P.P., Yang, X.M., Yao, G.C., Zhang, P., Zhou, M.P. (2011): Genetic analysis of plant height and its components in diallel crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *AJCS* 5(11): 1408-1418.
- Ye, X., Al-Babili, S., Kloti, A., Zhang, J., Lucca, P., Beyer, P., Potrykus, I. (2000): Engineering the provitamin A (beta-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. *Science* 287: 303-305.
- Yenagi, S.N., Basarkar, P.W. (2008): Antioxidant contents of whole grain cereals of North Karnataka. *Karnataka J. Agric. Sci.* 21(4): 602-603.
- York, J.D., Odom, A.R., Murphy, R., Ives, E.B., Went, S.R. (1999): A phospholipase dependent inositol polyphosphate kinase pathway required for efficient messenger RNA export. *Science* 285: 96-100.
- You, L., Rosegrant, M.W., Wood, S., Sun, D. (2009): Impact of growing season temperature on wheat productivity in China. *Agric Meteor.* 149: 1009-1014.
- Yu, L., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Haley, S. (2003): Antioxidant properties of bran extracts from “Akron” wheat grown at different locations. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1566-1570.
- Yu, L., Zhou, K. (2004): Antioxidant properties of bran extracts from ‘Platte’ wheat grown at different locations. *Food Chem.* 90: 311-316.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M. (2004): Comparison of wheat flours grown at different locations for their antioxidant properties. *Food Chem.* 86: 11-16.
- Yu, Z., Han, C., Wang, S., Lv, D., Chen, G., Li, X., Jiang, G.L., Yan Y. (2013): Fast separation and characterization of water-soluble proteins in wheat grains by reversed-phase ultra performance liquid chromatography (RP-UPLC). *J. Cereal Sci.* 57: 288-294.
- Zebbarth, B.J., Warren, C.J., Sheard, R.W. (1992): Influence of the rate of nitrogen fertilization on the mineral content of winter wheat in Ontario. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1528-1530.
- Zečević, V., Pavlović, M., Knežević, D., Vulić, B. (1995): Genetic analysis of productive tillering in wheat. *Genetika* 27 (2): 103-110.

- Zečević, V., Knežević, D., Kraljević-Balalić, M., Mićanović, D. (1998): Variability of number of grains per spike in wheat. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium of Field Crops*, Novi Sad, 231-235.
- Zhang, L., Xu, X., Zhao, C., Shan, F., Yuan, S., Sun, H. (2011): QTL analysis of plant height in photoperiod-thermo sensitive male sterile wheat. *Molecular Plant Breed.* 2 (13): 92-97.
- Zhao, W.C., Wang, H. (2003): Genetic and correlation study on plant height and its components in wheat. *J. Triticeae Crops* 23: 28-31.
- Zhao, H., Dai, T.B., Jing, Q., Jiang, D., Cao, W.X. (2005): Effects of temperature during grain filling on the contents of grain protein components and free amino acid in two different wheat cultivar. *Acta Agronomica Sinica* 31: 1466-1472.
- Zhou, K., Yu, L. (2004): Antioxidant properties of bran extracts from Trego wheat grown at different locations. *J. Agric. Food Chem.* 52: 1112-1117.
- Zhou, K., Laux, J.J., Yu, L. (2004a): Comparison of Swiss red wheat grain, and fractions for their antioxidant properties. *J. Agric. Food Chem.* 52: 1118-1123.
- Zhou, K.K., Su, L., Yu, L. (2004b): Phytochemicals and antioxidant properties in wheat bran. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6108-6114.
- Zhou, K., Yin, J.J., Yu, L. (2005): Phenolic acid, tocopherols and carotenoid composition, and antioxidant functions of hard red winter wheat bran. *J. Agric. Food Chem.* 53: 3916-3922.
- Žilić, S., Hadži-Tašković Šukalović, V., Srebrić, M., Dodig, D., Maksimović, M., Mladenović-Drinić, S., Crevar, M. (2009): Chemical compositions as quality parameters of ZP soybean and wheat genotypes. *Genetika-Belgrade* 41 (3): 297-308.
- Žilić, S., Dodig, D., Hadži-Tašković Šukalović, V., Maksimović, M., Saratlić, G., Škrbić, B. (2010): Bread and durum wheat compared for antioxidants contents, and lipooxygenase and peroxidase activities. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 45: 1360-1367.
- Žilić, S., Hadži-Tašković Šukalović, V., Dodig, D., Maksimović, V., Maksimović, M., Basić, Z. (2011a): Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants. *J. Cereal Sci.* 54: 417-424.
- Žilić, S., Serpen, A., Akıllıoğlu, G., Janković, M., Gökmen, V. (2012): Distributions of phenolic compounds, yellow pigments and oxidative enzymes in wheat grains and

their relation to antioxidant capacity of bran and debranned flour. *J. Cereal Sci.* 56: 652-658.

Žilić, S., Hadži-Tašković Šukalović, V., Dodig, D., Maksimović, V., Kandić, V. (2013): Soluble free phenolic compound contents and antioxidant capacity of bread and durum wheat genotypes. *Genetika-Belgrade* 45 (1): 87-100.

Živančev, D. (2013): Analiza uticaja genetskih, mikroklimatskih i ekoloških faktora na sastav glutena i tehnološki kvalitet sorti pšenice. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.

## **BIOGRAFSKI PODACI**

Gordana R. Branković je rođena u 17.10.1977. Beogradu, gde je završila osnovnu školu i XIII Beogradsku gimnaziju. Diplomirala je na Biološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, smeru Primenjena genetika, sa prosekom 9,41. Magistrirala je na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu i dobila titulu Mr za naučnu oblast „Genetika i oplemenjivanje ratarskih i povrtarskih biljaka”. Zaposlena je na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, gde izvodi nastavi za predmete koji pripadaju užoj naučnoj oblasti Genetika. Objavila je samostalno i u saradnji sa drugim autorima 40 naučnih radova iz oblasti Genetike i oplemenjivanja biljaka, od toga je sedam radova objavljeno u časopisima sa SCI i SCIE liste. Učestvovala je na dvanaest domaćih kongresa, tri međunarodna kongresa (Sankt Petersburgu, Opatiji), jednom međunarodnom skupu i u realizaciji tri projekta koje je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj republike Srbije. Član je Društva genetičara Srbije, Društva selekcionara i semenara Srbije. Stipendista je programa „Otvoreni svet” koji finansiraju Kongres i Vlada SAD. Prošla je obuku „Upotreba biotehnologije u poljoprivredi” posetom američkog Kongresa, američkog Ministarstva za poljoprivredu (USDA), federalne Administracije za hranu i lekove (FDA), američke Agencije za zaštitu životne sredine (EPA), Službe za zdravstvenu inspekciju biljaka i životinja (APHIS), Univerziteta u Tulsi, Oklahoma State Univerziteta i Ministarstva poljoprivrede Oklahome. Kao student je osvojila prvo mesto na Bioolimpijadi održanoj u Sankt Petersburgu. Govori engleski i ruski jezik.

**Prilog 1.**

Izjava o autorstvu

Potpisana: **Gordana R. Branković**

broj indeksa ili prijave doktorske disertacije: 1287

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

**Varijabilnost i stabilnost genotipova pšenice za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 13.03.2014.

Gordana Branković

**Prilog 2.**

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: **Gordana R. Branković**

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije: 1287

Studijski program -

Naslov rada: **Varijabilnost i stabilnost genotipova pšenice za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa**

Mentor: dr Gordana Šurlan-Momirović, redovni profesor

Potpisana: Gordana R. Branković

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 13. 03. 2014.

Gordana Branković

**Prilog 3.**

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

**Varijabilnost i stabilnost genotipova pšenice za sadržaj fitinske kiseline i antioksidanasa**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
- ☒ 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

Potpis doktoranda

U Beogradu, 13.03.2014.

Gordana Branković

1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.