

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Kamenko Ž. Bratković

**Genetička analiza prinosa dvoredog i  
višeredog ječma metodom multivarijacione  
analize**

doktorska disertacija

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Kamenko Ž. Bratković

**Genetic analysis of yield two row and  
six row barley application of method of  
multivariate analysis**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

UNIVERZITET U BEOGRADU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET

MENTOR: dr Gordana Šurlan Momirović, redovni profesor  
Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu,

ČLANOVI KOMISIJE: dr Dejan Dodig, naučni savetnik Instituta za kukuruz Zemun  
Polje,

dr Dragan Perović, viši naučni saradnik Institut Julius Kuen  
(JKI) Federal Research Center for Cultivated Plants, Institute  
for Resistance research and Stress Tolerance, Quedlinburg,  
Nemačka,

dr Miroslav Zorić, viši naučni saradnik Instituta za ratarstvo i  
povrtarstvo u Novom Sadu,

dr Vera Đekić, naučni saradnik, Centar za strna žita  
Kragujevac.

Datum odbrane doktorske disertacije

*Želim da se iskreno zahvalim mentoru prof. dr Gordani Šurlan Momirović na pomoći pri odabiru teme disertacije kao i na svesrdnoj podršci pri izradi ovog rada.*

*Takođe zahvalnost dugujem dr Dejanu Dodigu, dr Draganu Peroviću, dr Veri Đekić na podršci i sugestijama tokom pisanja disertacije.*

*Posebno bih hteo da se zahvalim prof. dr Novi Pržulju na ustupljenom materijalu koji sam koristio u disertaciji kao i dipl. inž. Vesni Kandić iz Instituta za kukuruz u Zemun Polju i dr Saši Stankoviću iz Instituta za poljoprivredna i tehnološka istraživanja u Zaječaru na pomoći prilikom izvođenja ogleda.*

*Zahvaljujem se dr Miroslavu Zoriću na pomoći pri statističkoj obradi podataka, kao i na korisnim sugestijama u interpretaciji rezultata.*

*Svim zaposlenima u Centru za strna žita koji su na bilo koji način doprineli izradi ovog rada dugujem zahvalnost.*

*Najveću zahvalnost izražavam porodici koja mi je pružala moralnu podršku i aktivno učestvovala u izradi disertacije.*

*Autor*

# GENETIČKA ANALIZA PRINOSA DVOREDNOG I VIŠEREDNOG JEČMA METODOM MULTIVARIJACIONE ANALIZE

Kamenko Bratković

## IZVOD

U radu je analizirano 40 genotipova ozimog dvorednog i višerednog ječma. Genotipovi su na osnovu tipa klasa podeljeni u dva ogleda. U prvom su dvoredni genotipovi i čine ga 12 priznatih sorti i 8 homozigotnih linija, a u drugom su višeredni genotipovi i sastoji se od 11 priznatih sorti i 9 homozigotnih linija. Ogledi su izvedeni na tri lokaliteta (Kragujevac, Zemun Polje, Zaječar) u dvogodišnjem periodu (2008/2009 i 2009/2010). Analizirane su sledeće osobine: visina stabla, dužina klasa, broj zrna po klasu, masa 1000 zrna, hektolitarska masa i prinos zrna.

Primenom mešovito modela kod oba tipa ječma i svih ispitivanih osobina utvrđena je visoka značajnost efekta genotipa i interakcije genotipa i spoljašnje sredine, dok efekat sredine nije bio statistički značajan. Sve razlike prosečnih vrednosti ispitivanih osobina između dvorednog i višerednog bile su značajne. Dvoredni su bili niži, veće dužine klasa, manjeg broja zrna po klasu, veće mase 1000 zrna, većeg hektolitara, većeg prinosa zrna. Na sva tri lokaliteta preporučuje se gajenje dvorednog ječma kao i sorte NS-525 koja je postigla visoke prinose u svakom od njih.

Ocena interakcije genotip  $\times$  spoljašnja sredina utvrđena je AMMI-1 modelom. Zapaženo je da kod prinosa nije postojala značajna razlika u broju stabilnih genotipova između dva tipa ječma iako su dvoredni bili prinosniji kao i da kod oba tipa ječma stabilni genotipovi imaju ispod i iznad prosečne vrednosti prinosa. Kod višerednog ječma linije su bile značajno prinosnije i stabilnije od sorti, dok kod dvorednog razlika nije uočena. Ranostasni genotipovi su kod višerednog bili stabilniji što ukazuje na veću tolerantnost dvorednog tipa ječma u odnosu na višeredni prema suši i visokim temperaturama koje se u našim uslovima često javljaju u toku nalivanja zrna. Ovim modelom izdvojene su i perspektivne linije koje se ističu po visini prinosa i stabilnosti. Kod dvorednog ječma to su linije J-176 i J-82, a kod višerednog J-33 i J-29.

U cilju utvrđivanja biološke osnove interakcije primenjen je PLS model. Za oba tipa ječma utvrđene su najvažnije klimatske promenljive kojima se može objasniti interakcija za ispitivane osobine. Temperaturne promenljive su bile najbrojnije i imale su uticaj u svim fenofazama. Takođe najveći broj je pokazao značajnost tokom maja meseca kada je kod ječmova cvetanje, oplodnja i početak nalivanja zrna. Posebne klimatske promenljive koje predstavljaju odnos padavina, temperature i osunčanosti (bioklimatski indeks) kao i hidrotermički koeficijent koji je odraz sušnosti područja bile su važne u objašnjenju interakcije. PLS modelom je uočeno da su kod svih ispitivanih osobina lokaliteti Kragujevac i Zemun Polje u obe godine istraživanja imali slične interakcijske efekte.

Korelativna zavisnost između osobina pokazala je velika variranja u zavisnosti od ispitivane sredine što proističe iz interakcije među osobinama unutar svakog genotipa i interakcije genotipa sa faktorima spoljašnje sredine. Prosečne vrednosti koeficijenta korelacije po ispitivanim sredinama pokazale su da je prinos zrna kod oba tipa ječma imao sa dužinom klasa najveću pozitivnu korelaciju, a da je jedino sa visinom stabla ostvario negativnu korelaciju. Ovo ukazuje da bi odabir genotipova sa dužim klasom (samim tim i većim brojem zrna po klasu) i nižim stablom (samim tim i otpornijim na poleganje) uz dobru otpornost na biotičke i abiotičke stresove doprineo povećanju proizvodnje i stabilnosti prinosa ječma u našim agroekološkim uslovima.

**Ključne reči:** dvoredi i višeredi ječam, prinos, interakcija, stabilnost, klimatske promenljive, korelacije

**Naučna oblast:** BIOTEHNIČKE NAUKE

**Uža naučna oblast:** RATARSTVO I POVRTARSTVO

**UDK broj:** 633.16:519.237(043.3)

GENETIC ANALYSIS OF YIELD TWO-ROW AND SIX-ROW BARLEY  
APPLICATION OF METHOD OF MULTIVARIATE ANALYSIS

Kamenko Bratković

ABSTRACT

In this study, a set of forty genotypes of two and six-row barley was analyzed in two experiments based on the type of spike. The first experiment with two-row genotypes consisted of twelve cultivars and eight lines, while at the second one of six-row genotypes included eleven cultivars and nine lines. The experiments were conducted at three locations (Kragujevac, Zemun Polje, Zaječar) during two seasons (2008/2009 and 2009/2010). The following characters: stem height SH, length of spike LS, number of grains per spike NPS, 1000 grain weight TGW, test weight TW and grain yield GY were analyzed.

By applying the mixed model in both types of barley and all investigated traits was determined by the high significance of the effect of genotype and the interaction of the genotype and environment, while the effect of the environment was not statistically significant. All of differences of average values at the studied characters between two groups were statistically significant. Two-row barleys were higher, spikes were longer, with less number of grains, as well as higher mass of 1000 grains, hectoliters and grain yields. Taking in consideration all three locations it is possible to recommend for cultivation two-row barley varieties and cultivar NS-525, since all of them achieved high grain yields.

The genotype  $\times$  environment interaction was analyzed by the AMMI-1 model (Method of Additive Main effects and Multiplicative Interaction). The graph shows that the yield was no significantly different in the number of stable genotypes between the two types of barley, although two-row were higher yielding and at both groups stable genotypes were below and above the average yield values. Six-row barley lines were significantly productive and stable than cultivars, while in a two-row group the difference wasn't observed. Early-maturing six-row genotypes were stable indicating tolerance of two-row types in relation to six-row barleys, to since in our conditions drought and high temperatures, often occur during grain filling. This model allowed selection of promising

lines by emphasizing the higher yield and stability simultaneously. Two-row lines J-176 and J-82 as well as six-row lines J-33 and J-29 could be recommended as promising material for further testing.

In order to determine the biological basis of occurred interactions the PLS model (Model Regression Partial Least Squares) was applied. For both types of barley climatic variables were determined that may explain the interaction of traits. Temperature variables were most numerous and had an impact in all stages of growth. Also most of them were proved significant during month May when in barley flowering, fertilization and the beginning of grain filling, takes place. Special climatic variables that represent the relationship of rainfall, temperature and insolation (bioclimatic index) and hydrothermal coefficient, which reflects the essence of the area were significant in the explanation of the interaction. At PLS graph is observed that in all the studied traits locations Kragujevac and Zemun Polje in both years had similar interaction effects.

Correlative dependence between traits showed a large variation depending on the test environment which results from the interaction between the properties within each genotype and genotype interactions with environmental factors. The average value of the correlation coefficient for the studied areas showed that the grain yield in both types of barley had the most spike length positive correlation, and that only with the stem height generated negative correlation. This suggests that the selection of genotypes with longer spike (hence higher number of grains per spike) and short stem (and thus more resistant to lodging) with good resistance to biotic and abiotic stresses contributed to the increase in production and yield stability of barley in our agroecological conditions.

**Key words:** two and six row barley, grain yield, interaction, stability, climatic variables, correlations

**Scientific field:** BIOTECHNICAL SCIENCES

**Especial topic:** FIELD AND VEGETABLE CROPS

**UDK number:** 633.16:519.237(043.3)



## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. CILJ RADA</b> .....	5
<b>3. PREGLED LITERATURE</b> .....	6
<b>4. RADNA HIPOTEZA</b> .....	23
<b>5. MATERIJAL I METOD RADA</b> .....	24
<b>5.1. Biljni materijal</b> .....	24
<b>5.2. Metod rada</b> .....	26
<b>5.3. Osobine zemljišta</b> .....	27
<b>5.4. Opšti geografsko – klimatski uslovi</b> .....	27
<b>5.5. Klimatski uslovi u periodu izvođenja ogleda</b> .....	28
<b>5.6. Statistička analiza podataka</b> .....	33
<b>6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA</b> .....	38
<b>6.1. DESKRIPTIVNA STATISTIKA ISPITIVANIH OSOBINA JEČMA</b> .....	38
<b>6.1.1. Visina stabla</b> .....	38
<b>6.1.2. Dužina klasa</b> .....	43
<b>6.1.3. Broj zrna po klasu</b> .....	48
<b>6.1.4. Masa 1000 zrna</b> .....	53
<b>6.1.5. Hektolitarska masa</b> .....	58
<b>6.1.6. Prinos zrna</b> .....	63
<b>6.2. AMMI MODEL (MODEL GLAVNIH EFEKATA I VIŠESTRUKI</b> <b>INTERAKCIJE)</b> .....	69
<b>6.2.1. Visina stabla</b> .....	69
<b>6.2.2. Dužina klasa</b> .....	73

6.2.3. Broj zrna po klasu .....	77
6.2.4. Masa 1000 zrna .....	81
6.2.5. Hektolitarska masa .....	85
6.2.6. Prinos zrna .....	89
<b>6.3. PLS MODEL (REGRESIJA PARCIJALNIH NAJMANJIH KVADRATA)</b>	<b>93</b>
6.3.1. Visina stabla .....	93
6.3.2. Dužina klasa .....	97
6.3.3. Broj zrna po klasu .....	102
6.3.4. Masa 1000 zrna .....	107
6.3.5. Hektolitarska masa .....	113
6.3.6. Prinos zrna .....	116
<b>6.4. KORELACIONA ZAVISNOST IZMEĐU ISPITIVANIH OSOBINA ...</b>	<b>119</b>
<b>7. DISKUSIJA .....</b>	<b>125</b>
7.1. Agronomske osobine .....	125
7.2. Prinos zrna .....	130
7.3. Analiza interakcije genotip × spoljašnja sredina primenom multivarijacionih modela i klimatskih promenljivih .....	132
7.4. Korelativna zavisnost između ispitivanih osobina .....	145
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>150</b>
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>154</b>
<b>10. PRILOZI.....</b>	<b>177</b>

## 1. UVOD

Ječam (*Hordeum vulgare L.*) je jedna od 40 vrsta roda *Hordeum* iz familije trava (*fam. Poaceae*). Svrstava se u grupu strnih žita i samooplodnih biljaka. Počeci gajenja ječma su pre više od 7000 godina i kao takav pripada grupi najstarijih ratarskih biljaka. Kod naroda starih civilizacija Sumera, Egipćana, Vavilonaca, Asiraca ječam je bio biljka od koje se mesio hleb i spravljalno penušavo alkoholno pivo (*Jevtić, 1992*). Naziv roda *Hordeum* potiče od naziva rimskih gladijatora „hordijera” koji su jeli ječam pred borbu kako bi dobili snagu i izdržljivost i bili su poznati kao „ječmeni ljudi” (*Percival, 1921*). U današnje vreme 55-60% ječma se koristi za ishranu stoke, 30-40% za proizvodnju slada, oko 5% za semensku proizvodnju i svega 2-3% u ljudskoj ishrani (*Ullrich, 2011*).

Svi sada gajeni ječmovi pripadaju dvoredom i višeredom tipu koji se razlikuju po broju razvijenih klasića na vretenu klasa (*Komatsuda i sar., 2007*). Dvoredi ima jedan, dok višeredi ima sva tri razvijena klasića. Dvoredi ječam ima simetričan raspored zrna u klasu, a višeredi simetričan i asimetričan u odnosu 40:60%. Po vremenu setve gajeni ječam može biti ozimi, jari i fakultativni. Ozimi se seje u jesen i ima dužinu vegetacije 210-260 dana, dok se jari seje u proleće i ima dužinu vegetacije 75-135 dana. Fakultativni ječam može da se seje i u jesen i u proleće, i po pravilu ima kraću vegetaciju od ozimog ječma. Ozimi ječam ima veće zahteve za nižim temperaturama. Proces jarovizacije traje oko 40 dana i odvija se na temperaturama od +5°C, dok kod jarog taj proces je od 10-20 dana na +10°C (*Glamčlija, 2004*).

Ječam se u svetu gaji na površini od oko 47.5 miliona hektara pri čemu ostvaruje prosečan prinos od 2.6 t/ha i po tom parametru je peta gajena kultura (posle kukuruza, pirinča, pšenice i soje). Po ukupnoj proizvodnji od 124 miliona tona ječam se među svim gajenim kulturama takođe nalazi na petom mestu. Najveće površine pod ječmom su u Rusiji, Australiji, Ukrajini i Kanadi (*FAO 2010*). Po prosečnim prinosima posebno se ističu Nemačka, Francuska i Velika Britanija sa oko 7 t/ha (*Ullrich, 2011*). U našoj zemlji ječam se gaji na 84.166 ha sa prosečnim prinosom 2.9 t/ha i po proizvodnji je treća kultura sa 244.081 tona (*FAO 2010*). U odnosu na šestogodisnji period (1995-2000) kada su površine

iznosile 126.500 ha zapaža se stalno smanjenje površina na kojima se gaji ječam (*Pržulj i Momčilović, 2010*).

Zbog velikog polimorfizma, ječam pripada grupi biljaka koje se odlikuju velikim stepenom plastičnosti i zahvaljujući činjenici da se može gajiti u različitim klimatskim uslovima, areal njegove rasprostranjenosti je veći nego u drugih pravih žita (*Glamočlija, 2004*). U Norveškoj, Švedskoj i Finskoj jari višeredi ječam se gaji severnije od ozimog i jarog dvoredog ječma, jare pšenice i jarog ovsa (70° sgš). U saharskoj oblasti Alžira gaji se južnije od *durum* pšenica otpornih na sušne uslove (*von Bothmer i sar., 1995*). Na južnoj polulopti ječam se prostire na prostoru od 10-58° sgš (jug Argentine i Čilea i Tasmanija), (*Glamočlija, 2004*). U Aziji – na Himalajima gaji se čak do 4800 m nadmorske visine. Na Andima, u Peruu i Boliviji ječam se gaji znatno više od ovsa, pšenice i kukuruza (preko 4500 m; *Ullrich 2011*). Višeredi ječam ima širi, a dvoredi uži areal rasprostranjenosti. Dvoredi ječam ima veće zahteve prema umerenim temperaturama, većim količinama padavina i njihovom pravilnijem rasporedu tokom vegetacije (*Jevtić, 1992*).

Istraživanja u poljoprivredi pomažu proizvođačima da povećaju kvalitet i obim poljoprivredne proizvodnje uz istovremeno prihvatljiv rizik. Centralno mesto u ovim istraživanjima zauzimaju ogledi sa prinosom. Ovi ogledi obezbeđuju informaciju na osnovu kojih oplemenjivači vrše odabir poželjnih genotipova za dalji proces selekcije i daju preporuke proizvođačima za odabir sorti. Međutim ova istraživanja su povezana sa nizom problema. Pre svega genotipovi koji se testiraju u više sredina često ne daju isti rang po visini prinosa, što je posledica interakcije genotipa sa spoljašnjom sredinom. Interakcije su odgovor genotipa na promene uslova sredine (*Kang, 1990; Hühn, 1990*). Da nema interakcije pojedine sorte bi se uzgajale u veoma širokom arealu, a ogledi prinosa za potvrdu vrednosti određenog genotipa bi se izvodili samo u jednoj lokaciji.

Poznato je da interakcija genotipa i spoljašnje sredine u velikoj meri ograničava efikasnost selekcije ukoliko se ona vrši samo na osnovu prosečnog prinosa. Veoma često istraživači izvode ogled u veoma širokom arealu, a svoju odluku zasnivaju pretežno na prosečnim vrednostima genotipa, zanemarujući interakciju (*Babić, 2006*). Sorte koje imaju manji doprinos interakciji manje su osetljive na promenu uslova sredine, pa se vrednosti ispitivanih osobina neće mnogo menjati. Takve sorte su stabilne. Sposobnost sorte da

ostvaruje visoke i stabilne prinose naziva se adaptabilnost (*Ebdon i Gauch, 2002*). Genetska varijabilnost igra značajnu ulogu u adaptibilnosti ječma na stres koji izaziva spoljašnja sredina kao i na rasprostranjenost ječma u raznim klimatima (*Cattivelli i sar., 2011*). Razumevanje genetičke osnove adaptacije i njenih fizioloskih uzroka je od značaja za razumevanje interakcije, kao i za ocenu povezanosti fenotipskih i genetičkih vrednosti, što dovodi do efikasnijeg izbora superiornijih i stabilnijih genotipova (*Crossa i sar., 1999*).

Razni stresni abiotički faktori (visoke i niske temperature, suša, kisela i slana zemljišta) u raznim fazama razvoja ječma ograničavaju ispoljavanje maksimalnog genetičkog potencijala. Dužina i jačina stresa varira od lokaliteta do lokaliteta kao i na istom lokalitetu iz godine u godinu. Retko kada deluje jedan stres već biljke često rastu u uslovima kombinacije više stresova što ocenu adaptibilnosti čini komplikovanijom (*Slafer, 2005; Wollenweber i sar., 2005*).

Suša je postala glavni ograničavajući faktor biljne proizvodnje u svetu koja umanjuje prinose i u razvijenim poljoprivredama sveta. Stres suše je obično praćen i visokim temperaturama što dodatno povećava efekat stresa (*Parry i sar., 2007*). Globalne klimatske promene uslovljavaju sve toplija leta i sve blaže zime što će u budućnosti pomerati datume setve i klasanja kao i rejone gajenja ječma (*Tubiello i sar., 2000*). U Srbiji suša je prisutna skoro svake godine. U nekim godinama (1990. i 1992.) nedostatak padavina je toliko izražen da se prinosi nekih kultura smanjuju i do 70% u odnosu na prosečne. Uz normalne zimske padavine ozimi ječam uglavnom završi vegetaciju pre prvog prolećnog deficita vlage ili za završetak vegetacije uspešno upotrebi vlagu nakupljenu tokom zimskih meseci (*Mladenov i Pržulj, 1999*).

Stres je predstavljen kao važna komponenta interakcije genotipa i spoljašnje sredine (G×E). Interakcija G×E je jedna od statističkih oblasti koja je predmet stalnog interesa oplemenivača i kvantitativnih genetičara (*Cooper i Hamer, 1996; Annicchiarico, 2002; van Eeuwijk i sar., 1996; Romagosa i sar., 2009*). Ranija istraživanja bila su empirijska i nisu se mnogo bavila prirodom reakcije genotipa na spoljašnje stresne uslove. *Basfort i Cooper (1998)* i *Voltas (2002)* ističu dve grupe metoda o G×E interakciji u zavisnosti od nivoa razumevanja genotipova i spoljašnjih sredina. Prvu grupu čine empirijski modeli koji ne pružaju biološku osnovu za interpretaciju interakcije. U ovu grupu spada veći broj

regresionih modela. Drugu grupu čine analitički modeli koji pružaju biološku osnovu za objašnjenje interakcije i interakciju objašnjavaju kao kompleksan problem koji je u funkciji velikog broja klimatskih, genetičkih, morfoloških, fenoloških i fizioloških promenljivih. U ovu grupu spadaju multivarijacioni modeli. Od klimatskih promenljivih najveći uticaj na prinos ječma imaju padavine i temperatura tako da su oni ujedno najodgovorniji za interakciju kod ječma (*Voltas, 1999*).

## 2. CILJ RADA

Imajući u vidu značaj i posledice interakcije genotipa i spoljašnje sredine u oplemenjivanju ječma cilj ovog rada je da se na podacima o prinosu i komponentama prinosa dve grupe ozimog ječma primenom multivarijacionih modela utvrdi:

- značajnost izvora varijacije: genotipova, lokaliteta i godina i njihovih interakcija za variranje prinosa i komponenti prinosa ječma,
- poređenje genotipova dvoredog i višeredog ječma na bazi ispitivanih osobina,
- mogućnost dobijanja objektivne ocene vrednosti novih genotipova u poređenju sa starim i njihovo širenje u proizvodnji,
- struktura interakcije genotip  $\times$  spoljašnja sredina, opseg varijacije, međuzavisnost pojedinačnih promenljivih i specifične interakcije genotipa i spoljašnje sredine,
- poređenje genotipova na bazi više osobina i izdvajanje grupe genotipova sa sličnom interakcijom,
- biološka osnova interakcije genotip  $\times$  spoljašnja sredina i njena primena u oplemenjivačkom programu ječma i
- međuzavisnost prinosa i komponenti prinosa u cilju utvrđivanja mogućnosti primene indirektno selekcije.

Krajnji cilj je da se izdvoje superiorni genotipovi po prinosu i ostalim komponentama prinosa koji pokazuju minimalnu interakciju tj. visoku stabilnost, i kao takvi preporuče za širenje u proizvodnji ili kao roditeljske komponente u ukrštanjima.

### 3. PREGLED LITERATURE

Ječam je jedna od najstarijih biljnih vrsta koje je čovek koristio. Prošao je značajne genetičke promene tokom procesa domestifikacije, koje su mu omogućile širu primenu, mnogo ranije od formalnog početka oplemenjivanja u cilju stvaranja sorti za različite namene. Tokom više hiljada godina gajenja ječma kao ratarskog useva došlo je do promene njegove osnovne namene, tj. od osnovnog žita u ishrani ljudi do veoma važne sirovine u ishrani životinja. I danas u severnim predelima i na velikoj nadmorskoj visini ječam je jedino hlebno žito (*Baik and Ullrich, 2008*). Upotreba ječma za proizvodnju slada i piva predstavlja osnovne rezultate oplemenjivanja ječma. Za proizvodnju piva sorte dvoredog ječma su bolje od višeredih jer imaju kvalitetnije zrno koje daje bolji slad i pivo (*Pržulj i Momčilović, 2003*). Kvalitet zrna je kvalitativna osobina na koju utiču genetski faktori i faktori spoljne sredine, kao i njihova medjusobna interakcija, pa se zbog toga sorta u pojedinim godinama može ponašati kao pivska ili krmna što se testiranjem može utvrditi i usmeriti zrno za određenu namenu (*Đekić i sar., 2012c*).

Ječam se koristi kao važna i kvalitetna komponenta u ishrani domaćih životinja, delimično u ishrani ljudi i kao komponenta u prerađivačkoj industriji (*Đekić i sar., 2012b*). U obrocima za svinje ječam se može koristiti bez ikakvih ograničenja kao jedini, ili osnovni izvor energije. Kao najkvalitetnija ratarska krmna biljka ječam služi i kao krmna jedinica u balansiraju obroka za ishranu domaćih životinja (*Đekić i sar., 2010*).

Prinos zrna je osobina od izuzetnog ekonomskog značaja, vrlo složenog načina nasleđivanja i većinom niskog heritabiliteta. Stoga, mnoga istraživanja iz područja genetike i oplemenjivanja nastoje dati doprinos boljem poznavanju prinosa zrna i njegovih komponenti, kako kod ječma, tako i kod drugih vrsta poljoprivrednog bilja koje se uzgajaju zbog zrna (*Kovačević, 1986*).

*Pržulj i Momčilović (1998)* ističe da složenost prinosa kao osobine, poligeni način nasleđivanja i razne interakcije ukazuju da i manja povećanja prinosa i kvaliteta ječma predstavljaju veliki napredak. Vrlo često u formiranju krajnjeg prinosa dolazi do kompenzacijskih odnosa između komponenata prinosa tj. smanjenjem jedne komponente nadoknađuje se povećanjem druge (*Jovanović i sar., 1992*). *Đokic (1990)* smatra da je



uticaj genetskog faktora na stvaranje prinosa oko 45%, uticaj agrotehničkih mera 40-45% i uticaj klimatskih faktora (ne računajući ekstremne godine) 10-15%. Prinos je složena osobina i analiza samog prinosa ne otkriva prirodu nasleđivanja ove osobine. Stabilnost prinosa zrna utvrđen za određeno područje pouzdaniji je kriterijum u selekciji i preporuci sorte, jer stabilnost prinosa zrna koji je ustanovljen u prethodnim godinama zbog dinamike klimatskih faktora ne uključuje rizik uslovljen vremenskim neprilikama u narednim godinama (*Đekić i sar., 2014*). Stabilna sorta uvek postiže prinos na nivou uzgajanog područja (merenog prosekom svih ispitivanih sorti u ogledu) i manje reaguje na stresne uslove. Poznavanje heritabilnosti i korelacijskih odnosa između prinosa i njegovih komponenti pruža nam značajnu osnovu za uspeh u oplemenjivanju (*Kovačević, 1986*). *Pinthus (1987)* navodi da su komponente prinosa genetički nezavisne.

*Choo i sar. (1980)* su utvrdili negativan direktan uticaj visine stabla na prinos zrna, ali i na slabu do jaku pozitivnu korelaciju između visine biljke i prinosa. Između dužine klasa i prinosa ječma nisu utvrđene posebne značajnosti (*Dodig, 2000*). Do sličnih rezultata dolazi i *Ore (1990)* i navodi da i ako dođe do korelacije uzrok tome je što duži klas doprinosi povećanoj osetljivosti na poleganje, a time i na prinos. Po *Laliću (1988)*, korelacija dužine klasa i prinosa je jako pozitivna. Korelacija dužine klasa i mase 1000 zrna ječma pokazala je vrlo značajno negativne vrednosti (*Dodig, 2000*), dok je kod pšenice pokazala slabo pozitivne vrednosti (*Mladenov, 1996*). *Grafius i sar. (1976)*, *Fejer i Fedak (1977)*, *Benbelkacem i sar. (1984)* iznose vrlo slabe negativne ili pozitivne korelacijske veze mase 1000 zrna i prinosa zrna ječma. Kod ječma, značajnije pozitivne koeficijente korelacije iznose *Yap i Hervey (1972)* i *Acikgoz (1973)*. Koeficijent korelacije prema istraživanjima *Choo-a i sar. (1980)*, ukazuju na jake pozitivne direktne uticaje mase 1000 zrna na prinos zrna ječma, te vrlo slabe pozitivne do jake negativne indirektno uticaje mase 1000 zrna na prinos zrna preko broja zrna po klasu. *Dodig (2000)* utvrđuje slabe negativne korelacije hektolitarske mase sa prinosom kao i slabe pozitivne sa masom 1000 zrna.

*Choo i sar. (1980)* utvrđuju vrlo jake pozitivne direktne uticaje broja zrna po klasu na prinos zrna, koji variraju u zavisnosti od norme setve i naročito lokalitetu. Isti autori navode i jake negativne indirektno uticaje broja zrna po klasu na prinos zrna i to preko mase 1000 zrna. Tu dolazi do izražaja i sam lokalitet jer po istim autorima na drugim

lokalitetima nije utvrđen ni pozitivan ni negativni indirektni uticaj broja zrna po klasu na masu 1000 zrna. *Hamid i Grafius (1978)* utvrdili su jaku negativnu korelaciju između broja zrna po klasu i mase 1000 zrna. *Dodig (2000)* navodi da je korelacija broja zrna po klasu sa dužinom klasa ječma slabo pozitivna dok je kod pšenice značajno negativna (*Mladenov, 1996*).

*Martiniello i sar. (1987)* utvrdili su da je oplemenjivanjem tokom poslednjih 30 godina kod višeredog ječma došlo do povećanja prinosa od oko 0,75% godišnje, a kod dvoredog ječma 1,1%. Isti autori navode da se u istom periodu povećao broj klasaka po jedinici površine (16%) i broj zrna po klasu (13%) višeredog ječma, dok je kod dvoredog ječma došlo do povećanja mase 1000 zrna (14%) i broja klasova po jedinici površine (20%) te smanjenje broja zrna po klasu (20%). *Pržulj i sar. (1996)* navode da je povećanje prinosa sorti ozimog višeredog ječma u poslednjih 40 godina iznosilo u proseku 88 kg/ha, a ozimog dvoredog ječma 108 kg/ha godišnje. *Ore (1991)* ističe da je povećanje prinosa ječma poslednjih nekoliko decenija uglavnom postignuto preraspodelom suve materije po biljnim organima. To je posledica skraćivanja stabljike čime je povećan priliv asimilativa u klas, poboljšana ishrana cvetova, povećan procenat oplodnje i povećana prosečna produkcija po klasu.

*Đekić i sar. (2012c)* ističu da sorte ječma koje su bile u proizvodnji do kraja osamdesetih odlikovale su se nižim prinosima, dobrim tehnološkim kvalitetom i višom stabljikom osetljivijom na poleganje. Zbog slabije otpornosti na poleganje te sorte su se gajile na skromnijim zemljištima, zbog čega su imale i niže prinose. Nove sorte se odlikuju dobrim tehnološkim kvalitetom, boljom otpornosti na poleganje i bolesti, kraćom stabljikom i efikasnijim korišćenjem asimilata.

*Knopp (1985)* ukazuje na veću stabilnost prinosa zrna dvoredog ječma u odnosu na višeredi ječma, uočivši da u odgovarajućim gustinama setve, pojedinim lokalitetima i godinama, naročito u nepovoljnim uslovima, ozimi dvoredi ječma daju i veće prinose zrna od višeredog ječma. Ozime sorte imaju veće prinose u ravničarskim i brežuljkastim, dok jare sorte imaju veći značaj u brdskim i planinskim područjima. U ovakvim uslovima ozime sorte bi u jesenjoj setvi podlegle izmrzavanju (*Maksimović i Krstić, 1990*).

U poslednjih 70 godina temperatura vazduha se povećala 1-1,5 C, a došlo je do godišnjeg smanjenja padavina u istom periodu u proseku 1,3 mm godišnje. Samo 10% od ukupne svetske proizvodnje svih vrsta žita se karakteriše odsustvom stresnih uslova za rast i razvoj biljaka, a glavni limitirajući faktor u proizvodnji žita je vodni deficit (*Pržulj i sar., 2005*). Uspeh proizvodnje ječma u jugoistočnoj Evropi pretežno zavisi od uticaja spoljašnje sredine odn. klimatskih faktora koji mogu da izazovu značajne gubitke u prinosu. Ovo se naročito odnosi na proizvodnju jarog ječma (*Stupar i sar., 2005*). Ekološki uslovi Srbije, kao i jugoistočne Evrope znatno se razlikuju u odnosu na ječmeni pojas zapadne i srednje Evrope, zbog čega je definisan ideotip i tehnologija proizvodnje ječma za ovo proizvodno područje (*Malešević i Starčević, 1992*). Drugačiji ideotip ne podrazumeva agronomsku i tehnološku inferiornost nego genetičku osnovu koja ispoljava najpovoljniju interakciju sa ekološkim faktorima sredine i specifičnom tehnologijom proizvodnje (*Pržulj i Momčilović, 2002*). Vrednost prinosa u sredinama sa različitim vodnim režimom pokazuje da je genetski uticaj na prinos veći u sredinama sa manjim vodnim stresom (*Slafer i sar., 1994*). Zato se za svaku sredinu u kojoj je prisutan efekat suše mora postojati poseban oplemenjivački program (*Kempton i Fox, 1997*).

Temperatura, padavine i dovoljna količina vode u zemljištu su tri najznačajnija razloga za nestabilnost prinosa u našem području. Sorte ozimog dvoredog ječma imaju dužinu perioda nicanje-klanje oko 210 dana, što se može smatrati optimalnim, s obzirom na izbalansirani odnos između dinamike razvoja i nalivanja zrna u odnosu na ekološke uslove (*Pržulj i sar., 1999*). U ekološkim uslovima Srbije, visoke temperature i deficit vode tokom juna meseca dovode do redukovanja prinosa i pogoršanja tehnoloških osobina zrna i slada, zbog čega se produženjem ukupne vegetacije ne može produžavati period nalivanja zrna radi povećanja prinosa (*Pržulj i sar., 1997*). Sorte kraće vegetacije, pogotovo ozimog pivskog ječma, završavaju sintezu većeg dela suve materije pre početka sušnog perioda, ali imaju manji genetički potencijal za prinos zbog pozitivne korelacije između ovih osobina (*van Oosterom i sar., 1993; Abay i Cahalan, 1995; Pržulj, 1998*).

Ječam je zbog ekonomičnog trošenja vode (mali transpiracioni koeficijent) iako ima slabije razvijen korenov sistem žito koje je najotpornije na sušu (*Glamočlija, 2004*). U periodu nalivanja zrna, pri temperaturi 38-40°C, ječam trpi manju štetu od pšenice i raži što

znači da manje trpi od toplotnog udara odn. od prisilnog zrenja. Temperaturni šok najjače redukuje prinos pšenice i ječma ako se desi na početku perioda nalivanja zrna, tj. 10-14 dana nakon cvetanja (*Christiansen, 1982; Stone and Nicolas, 1997; Savin, 1997; Savin i Nicolas, 1997*), a toplotni stres u trajanju od 5 dana sredinom ovog perioda smanjuje prinos ječma za oko 35% (*Pržulj, 2005*). Glavni efekat temperaturnog stresa i deficita vode je smanjenje dužine perioda nalivanja zrna, dok je manji uticaj na njegov intenzitet (*Pržulj, 2001*). U periodu kada se broj zrna formira, toplotni stres uglavnom nema uticaj na broj zrna po biljci, ali dovodi do smanjenja prinosa preko krupnoće i mase zrna (*Wardlaw i Monocur, 1995*). Prinos zrna ozimog pivskog ječma u pozitivnoj je korelaciji sa padavinama i sumom aktivnih temperatura u vegetativnom periodu, a u negativnoj je korelaciji sa sumom aktivnih temperatura u fazi nalivanja zrna (*Pržulj i Momčilović, 2008*).

Uslovi u spoljašnjoj sredini imaju veliki uticaj na ispoljavanje genetskih razlika u prinosu (*Acreche i sar., 2008*) i osobine koje uslovljavaju visok genetski potencijal moraju pokazati stabilnost u raznim stresnim područjima (*Tambusi i sar., 2005; Abeledo i sar., 2003*). Genetička varijabilnost igra glavnu ulogu u pozitivnoj adaptibilnosti na stresne uslove što je jedan od glavnih razloga širenja ječma u ekstremnim klimatskim uslovima (*Cattivelli i sar., 2002*). Indeks vodenog potencijala (WPI) kao i indeks vodenog stresa (WSI) kao mere stresa određene kulture u određenim uslovima predlagani su kao parametri za utvrđivanje potencijala za prinos kao i za utvrđivanje adaptibilnih genotipova (*Karamanos i Papatheohari, 1999; Motzo i sar., 2001; Rizza i sar., 2004*).

Vrednost i raširenost nekog genotipa zavisi od njegove sposobnosti da osobine zadrži na visokom nivou u različitim uslovima sredine. *Talbot (1993)* definiše adaptibilnost kao sposobnost sorte da ostvari ujednačen prinos u što većem broju lokaliteta, a stabilnost sposobnost genotipa da ostvari ujednačen prinos iz godine u godinu. *Kang (2002)* ističe biološki koncept stabilnosti po kome je genotip stabilan ako zadržava nivo prinosa ili druge osobine bez obzira na promenu uslova sredine. Agronomski koncept stabilnosti predlaže *Becker (1981)* gde stabilnost opisuje kao minimum interakcije genotipa sa spoljašnjom sredinom. Po *Borojeviću (1990)* opšta adaptibilnost podrazumeva da sorta daje stabilne prinose u velikom arealu raznih uslova sredine, a specifična da sorta daje visoke prinose u povoljnim uslovima sredine. Genotipovi sa sličnim ili istim rangom u različitim sredinama

moгу se smatrati stabilnim (*Huhn, 1990*). Veličina interakcije pokazuje važnost uticaja spoljašnje sredine na adaptibilnost i stabilnost koja je poželjna osobina samo ukoliko je u vezi sa iznad prosečnim prinosom (*Yan i Hunt, 2003*). Zbog svega toga je i veoma značajno odrediti unutrašnje faktore koji su odgovorni za stabilnost određenih genotipova u spoljašnjoj sredini (*Epinat-Le Signor i sar., 2001*).

*Đekić i sar. (2012a)* ističu da strukturu setve treba temeljiti na više od jedne sorte, kako bi se smanjio rizik koji nosi nepredvidivost svake pojedine vegetacije, bez obzira na pouzdanost kriterijuma izbora sortimenta za setvu u pojedinoj godini istraživanja.

Proučavanje interakcije između genotipa i lokaliteta je značajno da bi se odredili ciljani subregioni gajenja određene kulture u kojima genotip pokazuje najveću adaptibilnost i uniformnost (*Annicchiarico, 2002; De Lacy i sar., 1990; Ebdon i Gauch, 2002*). Razumevanje kompleksnosti genotipa, spoljašnje sredine i njihove interakcije od ključne je važnosti za uspeh u oplemenjivanju (*Mihaljev i Kraljević-Balalić, 1987*).

Kao komponenta ukupne fenotipske varijabilnosti, interakcija utiče negativno na heritabilnost osobina što za posledicu ima usporavanje progressa u oplemenjivanju kompleksnih svojstava (*Kelly i sar., 1998*). Sa povećanjem njene veličine pouzdanost selekcije na bazi glavnih efekata se smanjuje (*Kang, 2004*).

Efekte genotipa i sredine su statistički neaditivni, što znači da razlike između genotipova zavise od sredine, ili drugim rečima, razlike između sredina nisu iste za različite genotipove (*Huhn, 1990*). Odnos genotip  $\times$  spoljašnja sredina je moguće definisati i kao deo varijacije vrednosti kvantitativne osobine koju nije moguće objasniti glavnim efektima. Veliki broj kongresa organizovan na temu interakcije govori o značaju ove oblasti za sam proces oplemenjivanja (*Kang, 1990; Cooper i Hammer, 1996; Kampton i Fox, 1997*).

*Dobzhansky (1970)* složeni odnos između genotipa i sredine naziva reakcionom normom genotipa. Ne samo da različiti genotipovi imaju različitu normu reakcije nego pojedine osobine unutar jednog genotipa imaju različitu reakcionu normu, tj. mnoge kvantitativne osobine imaju različit intenzitet varijabilnosti zbog različitih ekoloških faktora (*Frey, 1975*).

Selekcija na osnovu prosečnih prinosa u multilokacijskim ogledima može biti adekvatna samo ukoliko je odsutna  $G \times E$  interakcija (*Voltas i sar., 1999*), a sa povećanjem

njenog uticaja teže je izabrati najprinosnije i najstabilnije genotipove (*De Lacy i sar., 1996*). Ukoliko se zbog interakcije rang genotipova u različitim sredinama menja, genotipovi odabrani kao najbolji u jednoj sredini mogu u drugoj biti izrazito slabi. Ukoliko prouzrokuje promene ranga genotipova zove se kvalitativna interakcija ili interakcija sa izmenom ranga (*Baker, 1988*) i od velikog je značaja za oplemenjivanje biljaka čime se ističe važnost analize frekvencije i magnitude ovog tipa interakcije u oplemenjivačkim ogledima (*Singh i sar., 1999*).

Postojanje  $G \times E$  interakcije može, a i ne mora da dovede do promene ranga sorte u različitim uslovima. Ukoliko posmatramo dva genotipa u dve sredine postoje tri osnovna slučaja (*Huehn, 1990*):

- a) Nema interakcije i ne postoji promena ranga
- b) Interakcija postoji ali ne u tolikoj meri da bi došlo do promene ranga
- c) Interakcija postoji kao i promena ranga

Na taj način odnos genotipa i spoljašnje sredine postaje sve više značajan u usmerenoj selekciji za specifične sredine i uslove, a važan cilj je i smanjenje interakcijske varijanse i varijanse greške povezane sa fenotipskim vrednostima (*Moreno-Gonzales i sar., 2003*). Na ekonomičnost oplemenjivačkog programa odražava se povećanje broja lokacija za testiranje genotipova, a što je u vezi sa povećanjem jačine interakcije (*Basford i Cooper, 1998*). Značajno je utvrditi biološke, fiziološke i agronomske uzroke koje vode ka njenom smanjenju ili povećanju i ukoliko se ti uzroci ne ustanove onda istraživanje nije kompletno (*Lin i Bins, 1994; Dimitrijević i Petrović, 2000*). Zato je potrebno intenzivno prikupljanje podataka kako o samom genotipu tako i o faktorima spoljašnje sredine koji uzrokuju interakciju (*Federer i Scully, 1993*) jer je ona kompleksan problem koja je u funkciji velikog broja klimatskih, genetičkih, morfoloških, fenoloških i fizioloških promenljivih (*Nachit i sar., 1992*). U budućnosti će traženje ovih uzroka u kombinaciji sa adekvatnim statističkim metodama biti potrebno ukoliko se želi rasvetliti ovaj fenomen (*Rosengrant i sar., 1995; Voltas i sar., 1999*).

Početni korak u identifikaciji interakcije genotipa sa spoljašnjom sredinom je dvo-faktorijalna analiza varijanse (ANOVA) kojom se ukupna suma kvadrata deli na pojedinačne izvore varijacije - glavne efekte i njihove interakcije. Ovaj model, dakle,

izdvaja interakciju kao neaditivni efekat, ali je ne analizira. *Lacaze i Roumet (2004)* smatraju da je ANOVA efikasna u demonstriranju interakcije, ali ne daje dovoljno informacija o razlikama u odgovoru pojedinačnih genotipova na promene u spoljašnjoj sredini kao i nemogućnost biološke interpretacije interakcije kao važnog izvora variranja.

Uz pomoć parametara stabilnosti genotipa pokušalo je da se objasni kako pojedini genotipovi interaguju sa sredinama u kojima su gajeni i koliko su doprineli interakciji. *Plaisted i Peterson (1959)* izračunavaju stabilnost individualnog genotipa preko poređenja sa svim ostalim genotipovima. *Wricke (1962)* uvodi pojam ekvalence ( $Wr$ ) koja meri doprinos pojedinačnog genotipa ukupnoj interakciji pa je genotip sa malom vrednošću ovog parametra stabilniji. *Shukla (1972)* predlaže varijansu stabilnosti genotipa ( $Si^2$ ) prema kojoj visoka vrednost varijanse stabilnosti pokazuje malu stabilnost genotipa. *Hernandez i sar. (1993)* uvode indeks poželjnosti ( $Di$ ) genotipa koji predstavlja kombinaciju prinosa i regresionog koeficijenta. Genotip sa visokom vrednošću ovog parametra može se smatrati stabilnim. *Lin i Binns (1988)* predlažu indeks superiornosti ( $Pi$ ), a *Francis i Kannenberg (1978)* grafičko predstavljanje koeficijenta varijacije u odnosu na prosečan prinos genotipa u spoljašnjim sredinama.

Regresionim modelima je takode pokušala da se objasni stabilnost genotipova. *Finlay i Wilkinson (1963)* uvode model kojim se stabilnost meri koeficijentom regresije u odnosu na indeks spoljašnje sredine (Environmental index). Iznad prosečnu stabilnost imaju genotipovi sa koeficijentom regresije manjim od 1. *Eberhart i Russell (1966)* uvode devijaciju od regresije i stabilnim smatraju genotip sa koeficijentom regresije oko 1 i što manjom devijacijom od regresije. *Perkins i Jinks (1968)* smatraju da se stabilnost može odrediti odnosom regresije interakcije i indeksa spoljašnje sredine.

*Lin i sar. (1986)* ističu osnovni nedostatak regresionih modela. Smatraju da je odgovor genotipa na promene u spoljašnjoj sredini kompleksan problem i da se regresionim koeficijentom i devijacijom od regresije interakcija ne sagledava na pravi način (multivarijacioni). *Hunh (1979)* predlaže neparametrijske mere stabilnosti koji se zasnivaju na rangu genotipa u različitim spoljašnjim sredinama. Genotipovi sa malim izmenama rangova odn. sa malim vrednostima ovih parametara smatraju se stabilnim.

Opšti nedostatak ovih modela je nemogućnost modeliranja kompleksnih interakcija u više dimenzija i objašnjenost male proporcije sume kvadrata interakcije (*Crossa, 1990; Vargas i sar., 1998*). Nasuprot empirijskim modelima posebnu grupu modela čine analitički modeli koji omogućavaju direktnu ili indirektnu deskripciju reakcije genotipova u odnosu na faktore spoljašnje sredine (*Voltas i sar., 2002*).

Posebno mesto za oplemenjivače ima grupa linearno-bilinearnih modela (*Crossa i Cornelius, 2002*). Ovi modeli predstavljaju multivarijacionu verziju univarijacionih modela. Model se sastoji iz linearnog dela koji predstavlja glavne efekte genotipa i spoljašnje sredine i bilinearnog dela koji uz pomoć jedne ili više multiplikativnih komponenti objašnjava interakciju (*Seyedsadr i Cornelius, 1992; van Eeuwijk, 1996*). Iz originalne matrice podataka (iz koje su uklonjeni glavni efekti) se složenim algebarskim operacijama vrši zamena drugom matricom koja je istih dimenzija, ali manjeg ranga (*Gollob, 1968; Gabriel, 1978*).

*Cornelius i sar. (1997)* na osnovu karakteristika polazne matrice razlikuju pet modela: AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction); SREG (Sites Regression); GREG (Genotypes Regression); SHMM (Shifted Multiplicative); i COMM (Completely Multiplicative).

Najznačajniji i najviše korišćen multivarijacioni model je svakako AMMI model (Metod glavnih efekata i multiplikativne interakcije), (*Gauch i Zobel, 1996*). *Shafi i Price (1998)* ističu prednost AMMI modela u situaciji signifikantne interakcije, a nesigifikantnih glavnih efekata. *Gauch i Zobel (1996)* naglašavaju da je prednost u proceni prinosa jednaka povećanju broja ponavljanja kao i da je moguća biološka interpretacija interakcije preko dovođenja u vezu sa korelacionom analizom multiplikativne komponente genotipova i sredina sa promenljivama (klimatski parametri, fenološki podaci, molekularni markeri). Takođe se rezultati dobijeni ovom metodom od važnosti u istraživanjima koja se odnose na adaptiranost genotipova na razne stresne uslove (suša, niske i visoke temperature, bolesti). AMMI model omogućava i izučavanje agronomskog tretmana (doza đubriva, datum i gustina setve) koji se menja u različitim spoljašnjim sredinama pri tome stvarajući interakciju tretmana i sredine (*Vargas i sar., 2001*).



AMMI metod nam omogućava i grafički prikaz interakcije pomoću biplot grafikona. U zavisnosti od značajnosti glavnih komponenti imamo dva moguća načina prikazivanja najboljeg AMMI modela: AMMI-1 i AMMI-2 (*Gabriel, 1971*). Primena AMMI-1 grafikona je moguća samo ukoliko je veći deo sume kvadrata interakcije sadržan u prvoj glavnoj komponenti. Grafikon za ovaj model sadrži vrednosti glavnih efekata (genotipova i sredina) na apscisi dok se na ordinatu nanose skorovi prve interakcijske ose. Tada genotipovi i sredine sa velikom vrednošću IPC-1 na grafikonu imaju tendenciju da proizvode veliki interakcijski efekat u odnosu na one genotipove i sredine koje se nalaze blizu nulte vrednosti. Genotipovi i sredine sa istim predznakom IPC-1 ose imaju pozitivnu interakciju. Obrnuto, genotipovi koji imaju različit predznak sa sredinama, sa njima imaju negativnu interakciju (*Crossa i sar., 1990*).

*Yan i Hunt (1998)* navode nekoliko važnijih pitanja na koje možemo dobiti odgovor grafičkim predstavljanjem interakcije pomoću AMMI-1 grafikona: (1) koji od genotipova je postigao najveći prosečan prinos u svim ispitivanim sredinama; (2) u kojoj je od ispitivanih sredina postignut najveći prosečan prinos svih genotipova; (3) identifikacija pozitivnih i negativnih interakcija između genotipova i sredina; (4) mogućnost grupisanja ispitivanih sredina u grupe; (5) koja od sredina najviše diferencira genotipove u odnosu na ispitivanu osobinu.

AMMI-2 biplot se primenjuje u slučajevima kada je procenat objašnjenja varijacije interakcije u prvoj glavnoj komponenti manji od 50%. Tada se vrednosti IPC-1 nanose na apscisu, IPC-2 na ordinatu. Odnosi između genotipova i sredina kod AMMI-2 biplota su određeni veličinom ugla između njihovih vektora i dužinom vektora koja ukazuje na jačinu interakcije pojedinačnog genotipa ili sredine (*Kroonenberg, 1995*).

AMMI-1 model pruža veću pouzdanost donošenja zaključaka u odnosu na AMMI-2 model. Prema *Yan i Hunt (2003)* AMMI-1 biplot objašnjava više od 90% varijacije određene osobine glavnim efektima i delom interakcije sadržane u prvoj glavnoj komponenti. *Gunjača (2001)* u svojoj doktorskoj disertaciji, upoređujući više modela zaključuje da je bez detaljnih podataka o faktorima sredine, bilo moguće primeniti samo AMMI model koji je i značajan u izboru najboljih genotipova u procesima oplemenjivanja.

*Debebe i sar. (2008)* ispitivali su 10 genotipova dvoredog i višeredog ječma u različitim sredinama Etiopije u kojima je prisutan nedostatak padavina. Koristili su kombinaciju više parametara stabilnosti i na osnovu prosečnih vrednosti za prinos zrna odredili najpoželjniji genotip. Korelacijom parametara stabilnosti dobili su da parametri ekovalenca ( $W_r$ ) i stabilnost varijanse ( $\sigma_2$ ) imaju identično rangiranje genotipova po stabilnosti kao i da su apsolutne vrednosti IPC-1 u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa ekovalencom ( $W_r$ ). Prve tri glavne komponente AMMI modela objasnile su 86% od ukupne sume kvadrata interakcije. Prva glavna komponenta (IPC-1) je izdvojila grupe genotipova kao i spoljašnje sredine koje su najmanje odn. najviše uticale na G×E interakciju. Korelacijom faktora spoljašnje sredine i genetskih faktora sa apsolutnim vrednostima IPC-1 komponente utvrđene su značajne negativne vrednosti za padavine u septembru odn. značajne pozitivne vrednosti za masu 1000 zrna kao i ranostasnost. Ovim je istaknut značaj padavina u septembru kao i ranostasnost genotipova za proizvodnju ječma u sušnim područjima Etiopije.

*Nurminiemi i sar. (2002)* su ispitujući 220 genotipova dvoredog i višeredog jarog ječma poreklom iz Skandinavije u 6 spoljašnjih sredina (3 lokacije u 2 godine) utvrdili primenom analize varijanse da na fenotip svih ispitivanih osobina značajno utiču i spoljašnja sredina i njihova interakcija sa genotipom bez obzira na tip ječma. Prve dve glavne komponente AMMI modela objašnjavaju između 35 i 75% interakcije svih osobina. Takođe je i utvrđena značajna korelacija između koeficijenta regresije i IPC-1 i IPC-2 AMMI modela kod oba tipa ječma. U proseku dvoredi su bili prinosniji od višeredih, međutim u nekim severnijim oblastima višeredi su bili značajno prinosniji i ranostasniji.

*Jeromela i sar. (2011)* ispitujući stabilnost i adaptibilnost prinosa semena i ulja 49 ozimih i jarih genotipova uljane repice u tri vegetacione sezone koristila je kombinaciju regresionih i AMMI modela. Na osnovu regresionog koeficijenta, ekovalence i grafičkog prikaza genotipova i godina u biplotu AMMI modela utvrdila je koji genotipovi postižu najmanju interakciju sa promenom sredine, a da pri tome postižu prinose zrna i ulja iznad opšteg proseka. *Kaya i sar. (2002)* su ispitujući prinos 20 sorti pšenice zaključili da su prve dve interakcijske komponente obuhvatile 78.64% od ukupne interakcije i da genotipovi sa

visokom prvom komponentom, a niskom drugom predstavljaju stabilne genotipove i obrnuto.

*Shahmohamadi i sar. (2004)* su za analizu interakcije kao i određivanje stabilnih i adaptibilnih genotipova ječma koristili AMMI metod. Rezultati istraživanja 19 genotipova ječma u četvorogodišnjim ogledima na 10 lokacija u Iranu su pokazali značajnost glavnih efekta i efekta interakcije. Biplotovi su pokazali da genotipovi sa najvišom interakcijom imaju najmanju stabilnost, a genotipovi sa najmanjom interakcijom najveću stabilnost. Takođe su na osnovu interakcije određeni i specifični rejoni gajenja za određene genotipove ječma.

AMMI metod je našao primenu i u odabiru najpovoljnije metode selekcije. Naime, *Medimagh i sar. (2012)* su nakon povratnih ukrštanja 6 genotipova dvoredog i višeredog ječma različitim metodama selekcije odabirali poželjne genotipove za određene kvantitativne osobine. Ogledi su bili izvedeni na dva različita lokaliteta u Tunisu (subhumidan i semiaridan). AMMI metodom je utvrđeno da je pedigree metod najefikasniji u povoljnoj subhumidnoj sredini dok je bulk metod našao primenu u selekciji za masu 1000 zrna u oba ispitivana lokaliteta.

*Van Oosterom i sar. (1993)* primenom AMMI modela analizirali su ogled 36 genotipova ječma koji su ispitivani u Siriji. Rezultati ovog oglada su pokazali pozitivnu interakciju ranostasnih genotipova sa sredinama koje karakterišu male količine padavina i negativnu interakciju sa sredinama koje karakterišu velike količine padavina.

*Romagosa i sar. (1993)* ispituju prinos sedam izogenih linija ječma različitih za tri nezavisna mutantna gena gajenih u 15 lokacija u Španiji primenom AMMI modela. Vrednosti prve dve glavne komponente su bile u velikoj meri povezane sa morfološkim i fenološkim karakteristikama ispitivanih linija ječma. *Rodríguez i sar. (2008)* su ispitujući 24 genotipa ječma u dvogodišnjem ogledu na Sardiniji utvrdili korelacionu zavisnost između prve glavne komponente sredine sa padavinama u aprilu, srednjim maksimalnim temperaturama u februaru, srednjim u februaru i martu kao i srednjim minimalnim u maju. Nije utvrđena veza klimatskih promenljivih sa drugom glavnom komponentom. Broj zrna po metru kvadratnom, broj zrna po klasu, masa 1000 zrna i visina su bile u značajnoj vezi

sa prvom glavnom komponentom genotipova dok veza genetskih promenljivih sa drugom glavnom komponentom nije utvrđena.

Analizom 18 genotipova pšenice u trogodišnjim ispitivanjima *Annicchiario i Perenzin (1994)* su našli vezu između različitih klimatskih parametara i karakteristika genotipova. Veza je uočena između IPC vrednosti prve glavne komponente za sredine i dužine trajanja mraza. Istovremeno veza je nađena i između genotipskih IPC vrednosti i osetljivosti na mraz kao i broja dana do klasanja. Vrednosti druge glavne komponente za sredine bile su u vezi sa sušom i toplotnim stresom, dok su vrednosti druge glavne komponente za genotipove bile u vezi sa visinom biljke. Glavni efekti sredine bili su u visokoj korelaciji sa kišovitim i hladnim sredinama. *Annicchiario i Mariani (1996)* nalaze negativnu korelaciju između vrednosti prve glavne komponente za sredine i padavina, kao između druge glavne komponente za sredine i dnevnih minimalnih temperatura. Genotipovi sa visokom stabilnošću su pokazali dobru specifičnu adaptibilnost sa sredinama u kojima se javlja nedostatak padavina, što ima za posledicu njihovu veću osetljivost na poleganje u povoljnim sredinama, ali i veću otpornost na sušu u uslovima stresa.

Linearno-bilinearni modeli ne daju odgovor o biološkim uzrocima interakcije. *Denis (1988)* da bi prevazišao ovaj problem razvija model faktorijalne regresije. *Van Eeuwijk i sar. (1996)* su publikovali detaljan opis načina modeliranja i inferencije interakcijskog prostora u linearnom modelu sa nezavisnim promenljivama koje mogu biti kvantitativne ili kategorijalne prirode.

*Vargas i sar. (1999)* ističu prednost modela faktorijalne regresije zbog mogućnosti testiranja hipoteze o uticaju dodatnih informacija na interakciju genotipova sa spoljašnjom sredinom. *Van Eeuwijk i sar. (1995)* opisuju alternativni model faktorijalne regresije po kojem se u slučaju velikog broja promenljivih, primenom glavnih komponenti, dobija jedna do četiri sintetičke promenljive koje će opisati interakciju. Takođe i ukoliko je izražen uticaj pojedinačne promenljive na interakciju određene osobine primenom faktorijalne regresije se može odrediti njegov individualni efekat (*Van Eeuwijk i sar., 1995*).

*Volta i sar. (1999)* smatraju da je za pravilnu konstrukciju modela faktorijalne regresije potrebno imati uvid o fiziološkoj prirodi proučavane osobine, odnosno biljne vrste. Faktorijalna regresija koristeći fiziološke promenljive objašnjava adaptibilnost

genotipova ječma na razne uslove spoljašnje sredine (*Romagosa i sar., 2009*). Takođe može i da koristi genetičke promenljive kao što su genski lokusi za pojedine osobine (QTL), (*Malosetti i sar., 2004; Boer i sar., 2007*).

*Voltas i sar. (1999)* analiziraju uticaj genetičkih i klimatskih promenljivih na interakciju G×E za masu zrna 10 genotipova ječma (5 dvoredih i 5 višeredih) na 12 lokaliteta severne Španije. Istaknuta je velika varijabilnost mase zrna između lokaliteta (34.8-59.3 mg). Za objašnjenje interakcije G×E korišćene su 3 klimatske promenljive (temperatura, padavine i evapotranspiracioni potencijal) merene u fazama vlatanja, klasanja i nalivanja zrna, dok su genetičke promenljive bile povezane sa razlikama u tipu klasa i datumima cvetanja. Suša i visoke temperature u fazi nalivanja su značajno uticale na razlike između genotipova u masi zrna. Neki genotipovi su bili podložni uticaju oba faktora, drugi samo jednom, dok na neke ni jedan od ova dva faktora nije ispoljio uticaj. Ovi odgovori genotipa na uslove spoljašnje sredine mogu biti delimično objašnjeni i razlikama u tipu klasa. Višeredi ječam je više sklon negativnom uticaju abiotičkog stresa nego dvoredi.

U istom ogledu primenom faktorijalne regresije posmatran je i uticaj promenljivih na interakciju G×E kod intenziteta i dužine nalivanja zrna. Za interakciju kod intenziteta nalivanja značajan uticaj su imale dve klimatske promenljive u periodu pre cvetanja (padavine u vreme klasanja i srednje maksimalne temperature u fazi vlatanja). Na višeredi ječam više je uticao manjak padavina u klasanju i visoke temperature u vlatanju nego na dvoredi. Za interakciju kod trajanja nalivanja zrna najodgovornije su padavine u fazi klasanja kao i datum cvetanja čime se ukazuje da je interakcija povezana sa razlikama u fenologiji između genotipova. Ovim ogledima se došlo do zaključka da su klimatski uticaji pre cvetanja uticali na G×E interakciju kod intenziteta i dužine nalivanja zrna, a vodni i temperaturni režim posle cvetanja značajno su uticali na interakciju kod mase zrna ječma.

*Bouzerzour i Dekhili (1995)* našli su pri poređenju ozime i jare setve ječma jaku interakciju između datuma setve i sorte za prinos zrna koja je bila uzrokovana različitom reakcijom genotipova na temperaturu i fotoperiod. *Romagosa i sar. (2009)* na 60 genotipova ječma posmatranih u 12 spoljašnjih sredina utvrđuju da molekularni markeri u kraćem kraku 1H hromozoma značajno interaguju sa temperaturom u fazi vlatanja. Ovi markeri povećavaju i prinos zrna za 0.25 t/ha za svaki stepen Celzijusa. *Champbell i sar.*

(2004) proučavali su biološku osnovu  $G \times E$  i  $QTL \times E$  interakcije koristeći podatke o prinosu zrna 95 rekombinantnih (za 3A hromozom) inbred linija pšenice, 7 agronomskih osobina i 20 molekularnih markera (15 RFLP i 5 SSR). Za klimatske promenljive koristili su srednje dnevne temperature, solarnu radijaciju i padavine tokom tri faze razvoja pšenice. Uključivanjem klimatskih promenljivih u model faktorijalne regresije za agronomske osobine dobijen je različit stepen efikasnosti u objašnjenju  $G \times E$  interakcije (od 12 do 35%). Kros-produktima klimatskih promenljivih i molekularnih markera objašnjen je izrazito mali procenat interakcije (<3%) za agronomske osobine. U zaključku rada se ističe da izbor promenljivih za objašnjenje  $G \times E$  i  $QTL \times E$  interakcije nije jednostavan, pa je iz tih razloga potrebno koristiti fenološku osnovu za kategorizaciju reprezentativnog seta klimatskih podataka područja gde se vrše testiranja.

*Reynolds i sar.* (2002) publikovali su rad sa ciljem utvrđivanja uticaja klimatskih faktora i unutrašnjih fizioloških uzroka na interakciju tokom fenoloških faza razvoja hlebne pšenice, *durum* pšenice i tritikalea. Za pet fenoloških faza razvoja (vegetativna, primordijalna faza klasa, faza razvoja klasa, mlečna zrelost i voštana zrelost) i tri faktora spoljašnje sredine (maksimalne i minimalne temperature i ukupna solarna radijacija) definisane su promenljive. Rezultati su pokazali da je interakcija genotipova iste vrste homogenije nego ona između vrsta. Faktorijalnom regresijom je ustanovljeno da najveći uticaj na interakciju za prinos zrna imaju srednje temperature u primordijalnoj fazi, solarna radijacija u fazi razvoja klasa, solarna radijacija u minimalne temperature u vegetativnoj fazi koje zajedno objašnjavaju 80% ukupne varijacije interakcije. Od svih vrsta pšenica se pokazala kao najotpornija na uslove spoljašnje sredine. *Durum* pšenica je bila najosetljivija u fazi pre klasanja gde je zahtevala više solarne radijacije i hladnije srednje temperature. Faktori sa najvećim uticajem na interakciju za prinos bili su ujedno i glavni faktor interakcije i za druge osobine. Od svih fenoloških faza razvoja, najveći uticaj faktora spoljašnje sredine je u primordijalnoj fazi tako da je za bolje razumevanje interakcije bitno poznavanje genske ekspresije za dužinu ove faze. Takođe je utvrđeno da su kod jare pšenice faktori spoljašnje sredine koji su delovali pre cvetanja imali veći uticaj na interakciju nego oni posle cvetanja. Kao klimatski faktor korišćena je i nadmorska visina i geografska širina.

*Balfourier i sar. (1997)* proučavaju uticaj faktora spoljašnje sredine i genetskih faktora na 58 populacija engleskog ljuļa poreklom sa obale Atlantskog okeana. Ogleđi su izvedeni na području Francuske i Španije. Ističu visoku značajnost njihovih interakcija i navode da je kod prolećnih ljuļjeva 72,8% interakcije objašnjeno uz pomoć 2 promenljive: frekvencijom PGI2-20 alela kao genetske i minimalnim temperaturama u najhladnijem mesecu kao promenljive spoljašnje sredine. Ovakva istraživanja su značajna jer omogućavaju oplemenjivačima da na što lakši i efikasniji način odaberu dominantne populacije ljuļa

Multikolinearnost ili korelativna povezanost velikog broja informacija u modelu faktorijalne regresije prevaziđena je upotrebom PLS (Partial least squares regression; *Aastveit i Martens, 1986*). Ovaj model dovodi u vezu dve matrice promenljivih od kojih su u prvoj sadržane vrednosti zavisne promenljive (vrednosti prinosa), a u drugoj vrednosti nezavisne promenljive (vrednosti klimatskih ili genetičkih informacija) preko latentne (zamišljene) promenljive i zato nema ograničenja u broju promenljivih koje se mogu koristiti. Latentna promenljiva ili dimenzija kojom se objašnjava interakcija predstavlja bazičnu vezu tih matrica.

*Aastveit i Martens (1986)* primenjuju PLS model na podatke o visini biljke 15 genotipova ječma testiranih u 9 godina i 19 klimatskih promenljivih. Za objašnjenje interakcije izdvojena su dve latentne dimenzije sa značajnom biološkom interpretacijom. Zaključuju da PLS model pruža efikasnu aproksimaciju matrica u nekoliko dimenzija koje se odlikuju kompleksnom interakcijom i prisustvom nesistematskih varijacija ili šuma. *Badu-Apraku i sar. (2003)* prvom latentnom dimenzijom objašnjavaju 40% interakcije hibrida kukuruza ispitivanih u 30 spoljašnjih sredina. Visinu biljke, visinu klipa i broj klipova po biljci označavaju kao glavne uzroke interakcije za prinos zrna.

*Vargas i sar. (1998)* analiziraju dva eksperimenta sa 7 genotipova *durum* i hlebne pšenice koji su testirani u šestogodišnjem periodu. Cilj je bio odrediti uticaj 15 genetičkih i 16 klimatskih promenljivih na interakciju za prinos zrna. Metodom unakrsnog vrednovanja utvrđena je značajnost prve latentne dimenzije. Od genetičkih promenljivih, najveće učešće u prvoj latentnoj dimenziji kod *durum* pšenice imale su komponente prinosa, a kod hlebne broj dana od nicanja do cvetanja, dani do nalivanja zrna, biomasa, broj dana od nicanja do

zrelosti i broj zrna po klasu. Od klimatskih promenljivih najveći uticaj na interakciju kod *durum* pšenice su imali broj sunčanih časova u decembru, februaru i martu kao i maksimalne temperature u martu, a kod hlebne minimalne temperature u decembru, januaru, broj sunčanih časova u januaru i februaru.

*Zorić (2008)* ispitujući uticaj klimatskih promenljivih na interakciju hibrida kukuruza na 8 lokaliteta u Srbiji, primenom modela faktorijalne regresije i modela regresije parcijalnih najmanjih kvadrata dolazi do zaključka da među najvažnije promenljive za objašnjenje interakcije spadaju temperature i padavine tokom različitih meseci vegetacionog perioda kukuruza. Biplotom iz PLS modela je pokazano da su efekti minimalnih i srednjih temperatura (u različitim fenofazama) suprotni od efekata maksimalnih temperatura (tokom faze nalivanja zrna). Dužina trajanja osunčanosti je ispoljila najmanji efekat na interakciju.

Koristeći klimatske i zemljišne promenljive *Dodig i sar. (2007)* PLS modelom utvrdili su uzroke interakcije genotipova pšenice za biomasu i prinos zrna. Faktori spoljašnje sredine kao što su maksimalna temperatura zemljišta na 5 cm dubine u aprilu i maju, vlažnost zemljišta u sloju od 75 cm u martu i trajanje dnevnog osunčavanja u maju mesecu u najvećoj meri doprinose interakciji genotipa sa uslovima gajenja za biomasu po biljci. Slični rezultati su dobijeni za prinos zrna, s tom razlikom da se umesto faktora vlažnost zemljišta u sloju od 75 cm u martu mesecu kao značajna pokazala temperatura zemljišta na 5 cm dubine u junu mesecu.

*Balalić (2009)* je ispitujući interakciju genotipa i roka setve kod suncokreta, primenom PLS modela utvrdio klimatske uzroke interakcije po fazama razvoja. Dobio je rezultate po kojima se interakcija može objasniti uticajem srednjih i maksimalnih dekadnih temperatura, relativne vlažnosti vazduha i padavina u fenofazi cvetanja suncokreta kao i relativne vlažnosti vazduha u fazi fizioloske zrelosti.



#### **4. RADNA HIPOTEZA**

Osnovni cilj oplemenjivača ječma je izdvajanje linija sa visokim potencijalom za prinos zrna i izraženom stabilnošću komponenti prinosa u nepovoljnim uslovima. U radu se polazi od pretpostavke da izabrani genotipovi imaju različitu genetičku osnovu i da će kao takvi različito reagovati (imaće različitu interakciju) na uslove spoljašnje sredine čime će se ispoljiti različita stabilnost ispitivanih kvantitativnih osobina. Takođe se očekuje i izdvajanje superiornih genotipova kod dvoredog i višeredog ječma.

Na dalje, upotrebom većeg broja klimatskih parametara očekuje se izdvajanje onih koji imaju najveći uticaj na različito ponašanje genotipova na promene u spoljašnjoj sredini. S obzirom da se ispitivani rejoni gajenja ječma razlikuju po klimatsko-edafskim karakteristikama očekuje se različit doprinos spoljašnjih sredina u ukupnoj interakciji. Dobijeni rezultati će biti od velikog značaja za razumevanje strukture i biološke osnove interakcije genotipova sa spoljašnjom sredinom u oplemenjivanju ozimog dvoredog i višeredog ječma.

## 5. MATERIJAL I METOD RADA

### 5.1. Biljni materijal

Kao materijal za ispitivanje, u ovom radu korišćeno je 40 sorti i linija ozimog dvoredog i višeredog ječma. Genotipovi su na osnovu tipa klasa podeljeni u dva ogleda (20 dvoredih i 20 višeredih). U prvom ogledu sa dvoredim ječmom korišćeno je 12 priznatih sorti i 8 homozigotnih linija (F7 i F8 generacije). Ogled sa višeredim ječmom sastojao se od 11 priznatih sorata i 9 homozigotnih linija. Sorte i linije su bile poreklom iz Centra za strna žita Kragujevac i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad (tab. 1 i 2).

Tabela 1. Ispitivane sorte i linije dvoredog ječma

Rb	Sorta- linija	Institucija	Godina priznavanja	Varijetet
1.	Jagodinac	Centar za strna žita Kragujevac	1992.	<i>Nutans</i>
2.	Maksa	Centar za strna žita Kragujevac	2003.	<i>Nutans</i>
3.	Rekord	Centar za strna žita Kragujevac	1999.	<i>Nutans</i>
4.	NS-587	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2006.	<i>Nutans</i>
5.	NS-293	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	1982.	<i>Nutans</i>
6.	NS-595	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2007.	<i>Nutans</i>
7.	NS-519	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	1998.	<i>Nutans</i>
8.	NS-565	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2003.	<i>Nutans</i>
9.	NS-183	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	1977.	<i>Nutans</i>
10.	NS-525	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	1999.	<i>Nutans</i>
11.	NS-589	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2006.	<i>Nutans</i>
12.	NS-593	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2007.	<i>Nutans</i>
13.	J-110	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
14.	J-90	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
15.	J-96	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
16.	J-82	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
17.	J-103	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
18.	J-176	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
19.	J-81	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>
20.	J-104	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Nutans</i>

Tabela 2. Ispitivane sorte i linije višeredog ječma

Rb	Sorta- linija	Institucija	Godina priznavanja	Varijetet
1.	Grand	Centar za strna žita Kragujevac	2002.	<i>Pallidum</i>
2.	NS-313	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	1987.	<i>Parallelum</i>
3.	Ozren	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2004.	<i>Pallidum</i>
4.	Somborac	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2004.	<i>Parallelum</i>
5.	Sremac	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2007.	<i>Parallelum</i>
6.	Atlas	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2005.	<i>Pallidum</i>
7.	Leotar	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2007.	<i>Pallidum</i>
8.	NS-773	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2006.	<i>Parallelum</i>
9.	Nonius	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2003.	<i>Parallelum</i>
10.	NS-737	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2002.	<i>Pallidum</i>
11.	Javor	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	2004.	<i>Pallidum</i>
12.	J-26	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Parallelum</i>
13.	J-32	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Pallidum</i>
14.	J-24	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Parallelum</i>
15.	J-9	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Pallidum</i>
16.	J-33	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Pallidum</i>
17.	J-27	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Parallelum</i>
18.	J-29	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Pallidum</i>
19.	J-16	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Pallidum</i>
20.	J-21	Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad	linija	<i>Pallidum</i>

Sve dvorede linije i sorte po botaničkoj klasifikaciji pripadaju *Hordeum sativum*, *ssp. distichum var. nutans* (plevičast plod, nazubljeno dugo osje, klas žut i rastresit), dok višeredne sorte i linije pripadaju *Hordeum sativum*, *ssp. vulgare var. pallidum* (plevičast plod, nazubljeno dugo osje, klas žut, rastresit) i *Hordeum sativum*, *ssp. vulgare var. parallelum* (plevičast plod, nazubljeno dugo osje, klas žut, zbijen).

Na osnovu prosečne dužine vegetacionog perioda za sve ispitivane sredine kod obe forme ječma izdvojili su se ranostasni i kasnostasni genotipovi. Ranostasnim genotipovima kod dvoredog ječma pripadaju NS-519, J-96, Maksa, NS-565, NS-525, J-110, a kasnostasnim J-176, Jagodinac, NS-183, J-103, Rekord. Kod višeredog ječma genotipovi Grand, Javor, J-9, J-33, J-29 pripadaju ranostasnim, a NS-773, Sremac, NS-313, Leotar, Nonius, J-24 kasnostasnim genotipovima.

## 5.2. Metod rada

Poljski ogledi su izvedeni u dvogodišnjem periodu (2008/2009 i 2009/2010) na tri lokaliteta: Kragujevac (Centar za strna žita), Zemun Polje (Institut za kukuruz) i Zaječar (Centar za poljoprivredna istraživanja) u uslovima suvog ratarenja.

Ogledi su postavljeni po metodi slučajnog rasporeda (Fišerov plan randomiziranih blokova) u četiri ponavljanja. Površina elementarne parcele je 5 m<sup>2</sup> (5m × 1m). Na svim lokalitetima setva je bila mašinska sa međurednim rastojanjem 12.5 cm. Zemljište na kome je ogled izveden je bilo ujednačeno i dobro pripremljeno. Količina semena za setvu po m<sup>2</sup> je iznosila 400-500 klijavih zrna, u zavisnosti od karakteristika sorti i linija. Tokom vegetacije ječmova primenjene su standardne agrotehničke mere.

Određene su sledeće osobine:

- visina primarnog stabla (cm), od čvora bokorenja do osnove klasa,
- dužina klasa na primarnom stablu (cm), od baze najdonjeg do vrha vršnog klasića (nije računato osje),
- broj zrna po klasu,
- masa 1000 zrna (g),
- hektolitarska masa (kg/hl),
- prinos zrna (t/ha).

Dužina vegetacionog perioda računata je kao broj dana od nicanja do klasanja. Datum nicanja je određen momentom kada se na preko 50% biljaka pojavi prvi pravi list, dok je datum klasanja određen momentom kada se preko 50% klasova pojavilo iz rukavca vršnog lista.

Uzorak za analizu visine stabla, dužine klasa i broj zrna po klasu sastojao se od 80 biljaka (20 biljaka × 4 ponavljanja) uzetih neposredno pred žetvu. Određivanje mase 1000 zrna i hektolitarske mase vršeno je po standardnoj metodi JUS E. B8 0.32 i JUS E. B8 0.28 od 1978. godine za svaku parcelu. Prinosi zrna su mereni za svaku parcelu i preračunati na prinos tona po hektaru na bazi 14% vlage u zrnu.

### 5.3. Osobine zemljišta

Ogled u Kragujevcu je izveden na zemljištu koje je okarakterisano kao smonica u ogajnjačavanju. Fizičke osobine ovog zemljišta veoma su nepovoljne i pripadaju tipu teških glinuša. Prema analizi ovo je zemljište srednje kisele reakcije, siromašno humusom. Vrlo je siromašno lako pristupačnim fosforom, a srednje obezbeđeno lako pristupačnim kalijumom (tab. 3).

Zemljište u Zemun Polju po tipu degradirani černozem, srednje karbonatno i neutralne reakcije. Srednje je obezbeđeno humusom. Po sadržaju pristupačnog kalijuma i fosfora pripada grupi dobro obezbeđenih zemljišta (tab. 3). Fizičke osobine ovog zemljišta su povoljne.

Osnovni tip zemljišta na kome je izveden ogled u Zaječaru je bezkarbonatna smonica (tab. 3). Ovo zemljište je srednje obezbeđeno kalijumom. Prema analizi ono je slabo kisele reakcije, bez  $\text{CaCO}_3$  i srednje obezbeđeno humusom. Po fizičkim osobinama pripada lakšim glinušama.

Tabela 3. Agrohemijska analiza zemljišta

Lokalitet	Humus %	pH u KCl	$\text{CaCO}_3$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
Kragujevac	2.65	4.80	0.0	<1	10.3
Zemun Polje	3.04	7.30	9.4	25.9	28.9
Zaječar	2.52	5.67	0.0	15	30.1

### 5.4. Opšti geografsko-klimatski uslovi

Kragujevac i okolina pripadaju umereno kontinentalnoj klimi, sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha oko  $11^\circ\text{C}$  i godišnjom sumom padavina oko 600-650 mm. Mesec sa najviše padavina je jun, a najsušniji su januar, februar, avgust i septembar. Najtopliji mesec je juli sa oko  $22^\circ\text{C}$ , a najhladniji januar sa oko  $-1^\circ\text{C}$ . U proleće je nagli porast temperature, a isto tako u jesen i nagli pad. Minimalna temperatura je oko  $-20^\circ\text{C}$ , a maksimalna  $35-39^\circ\text{C}$ . Dolinom Vardara i Južne Morave prodiru subtropski uticaji sa

Egejskog mora pa su zime nešto blaže nego u Timočkoj krajini i Sremu. Geografska širina meteorološke stanice u Kragujevcu je 44° 02', dužina 20° 56', a nadmorska visina 185 m.

Klimatski uslovi Zemun Polja i Surčina gde su mereni klimatski podaci mogu se definisati kao poseban jugozapadni varijetet semiaridne klime sa izraženim kontinentalnim karakterom. Prelazna godišnja doba odlikuju se promenljivošću vremena sa toplijom jeseni od proleća. Leto je sa stabilnim vremenskim prilikama i povremenim kraćim padavinama lokalnog karaktera. Mesec sa najviše padavina je jun, a najmanje februar. Zimi su vremenske prilike pod uticajem ciklonske aktivnosti sa Atlantskog okeana i Sredozemnog mora kao i zimskog tzv. sibirskog ciklona. Geografska širina meteorološke stanice u Surčinu je 44° 49', dužina 20° 17', a nadmorska visina 96 m.

Zaječar i Timočka krajina se nalaze u zoni kontinentalne klime. Značajne odlike ovog područja su hladne i oštre zime kao i topla leta uz čestu pojavu sušnih perioda i toplotnih udara. Karakteristično je i kolebanje u pogledu temperatura i količine i rasporeda padavina po mesecima. Jun je mesec sa najviše padavina dok je u januaru najmanja količina. Sve ovo daje ovom području posebno obeležje u pogledu uslova za poljoprivrednu proizvodnju. Geografska širina na kojoj su izvršena merenja u Zaječaru iznosi 43° 53', dužina 22° 17', a nadmorska visina 144 m.

### **5.5. Klimatski uslovi u periodu izvođenja oglada**

U vegetacionom periodu 2008/2009. godine sume padavina u Kragujevcu i Zaječaru bile su veće u odnosu na višegodišnje podatke dok su u Zemun Polju bile nešto niže. Lokalitet Zaječar je imao najviše padavina tokom vegetacije, a najmanje Zemun Polje. Minimalne temperature su u Kragujevcu i Zaječaru u proseku bile veće, a u Zemun Polju manje u odnosu na višegodišnje podatke. Sva tri lokaliteta su imala veće vrednosti maksimalnih temperatura u poređenju sa višegodišnjim prosekom (tab. 4).

Period od novembra do februara na sva tri lokaliteta karakteriše količina padavina iznad proseka. Vrednosti minimalnih i maksimalnih temperatura su na nivou ili iznad višegodišnjeg proseka. Ovakvi klimatski parametri ukazuju da su uslovi za klijanje, nicanje i bokorenje bili izuzetno povoljni i da su usevi u dobrom stanju izašli iz zimskog perioda.

Nastavak bokorenja i početak vlatanja tokom marta meseca karakterišu nešto veće minimalne i niže maksimalne temperature kao i količina padavina na nivou višegodišnjeg proseka osim u Zaječaru gde je izmereno nešto više padavina. Intenzivno stvaranje vegetativne mase tokom aprila meseca proteklo je u minimalnim temperaturama u okviru višegodišnjeg proseka dok su maksimalne bile veće. Količina padavina je bila značajno niža na sva tri lokaliteta. I u maju padavine su bile ispod višegodišnjeg proseka, a posebno se odnosi na lokalitet Zaječar. Minimalne su bile na nivou višegodišnjih podataka dok su maksimalne bile nešto veće. I pored nešto manjih količina padavina ovaj period u kome se odvijala faza oplodnje i nalivanja zrna možemo okarakterisati povoljnim. Tokom faze zrenja u junu mesecu na sva tri lokaliteta srednje minimalne i maksimalne temperature bile su na nivou višegodišnjih proseka. Početkom meseca bilo je nekoliko tropskih dana, ali temperatura nije prelazila 32°C što je pogodovalo sazrevanju. Padavine u Zemun Polju i Zaječaru bile su na višegodišnjem nivou dok su u Kragujevcu znatno premašile te vrednosti što je u određenoj meri izazvalo neznatno poleganje.

Suma padavina u vegetacionoj sezoni 2009/2010 bila je značajno veća u odnosu na prvu godinu ispitivanja kao i u odnosu na višegodišnji prosek. Posebno se odnosi na lokalitet Zaječar gde su u obe godine zabeležene najveće količine, a u drugoj je čak 300 mm bilo više padavina upoređujući sa višegodišnjim podacima. Lokalitet Zemun Polje je imao najmanje padavina u drugoj godini ispitivanja. Srednje minimalne temperature su posmatrajući sva tri lokaliteta imale nešto veće (izuzev Zemun Polja) dok su srednje maksimalne imale manje vrednosti (tab. 4).

Period klijanja, nicanja i bokorenja (od novembra do februara) karakterišu srednje minimalne i maksimalne temperature iznad višegodišnjeg proseka dok su jedino u Zaječaru srednje maksimalne bile ispod. Suma padavina je bila znatno iznad proseka za sva tri lokaliteta što je predstavljalo dobre uslove za rast i razvoj biljaka u ovim fenofazama s obzirom da je setva obavljena nešto kasnije. U martu mesecu minimalne temperature u Kragujevcu i Zaječaru su bile iznad dok su maksimalne bile na nivou višegodišnjeg proseka na sva tri lokaliteta. Padavine su u Kragujevcu i Zemun Polju bile ispod dok su u Zaječaru imale vrednosti iznad proseka. Period intenzivnog porasta vegetativne mase (april) karakterišu povoljni vremenski uslovi sa minimalnim temperaturama iznad (izuzev Zemun

Polja) i maksimalnim na nivou proseka. Padavine su imale iznad prosečne vrednosti u Zaječaru i Kragujevcu dok su u Zemun Polju bile ispod proseka za višegodišnji period. Iznad prosečna količina padavina uz nešto niže maksimalne temperature bile su osnovna karakteristika vremenskih prilika za vreme oplodnje i nalivanja zrna. To je izazvalo poleganja na pojedinim parcelama kao i sporadičnu pojavu bolesti. Mesec jun tokom kojeg je bilo sazrevanje ječma obeležile su minimalne temperature iznad proseka dok su maksimalne bile nešto niže uz pojavu nekoliko tropskih dana koji nisu značajno uticali na prevremeno sazrevanje. Glavni problem su predstavljale ogromne količine padavina na sva tri lokaliteta koje su izazvale dodatno poleganje kao i pojavu truleži. Sve ovo je dodatno odložilo, a samim tim i otežalo žetvu ječma.

Temperaturna variranja u proseku su bila veća u prvoj u odnosu na drugu vegetacionu sezonu. Zaječar je u obe godine ispitivanja imao najveća dok je Zemun Polje imao najmanja variranja. Period od novembra do februara je imao u obe godine najmanje razlike između minimalnih i maksimalnih dok su te razlike prosečno za sva tri lokaliteta u prvoj godini bile najveće u maju, a u drugoj godini u junu.

Relativna vlažnost vazduha bila je veća tokom 2009/2010. u odnosu na 2008/2009. godinu. Najveće vrednosti od ispitivanih lokaliteta imao je Zaječar u obe godine, a najmanje Zemun Polje takođe u obe godine istraživanja. Period od novembra do februara odlikovale su najveće vrednosti ovog parametra dok su najmanje zabeležene u aprilu mesecu što je u saglasnosti sa višegodišnjim podacima ova tri lokaliteta.

Dužina trajanja sunčevog zračenja imala je imala u poređenju sa relativnom vlažnošću vazduha u 2008/2009. godini veće vrednosti. Od ispitivanih lokaliteta Zaječar je imao najmanju dužinu trajanja zračenja u obe godine dok je Zemun Polje imalo najveće vrednosti u obe godine ispitivanja. U prvoj vegetacionoj sezoni ne računajući period od novembra do februara (zbog kumulativnog efekta) najduže trajanje sunčevog zračenja bilo je u maju na sva tri lokaliteta dok je u drugoj sezoni najduže trajanje bilo u junu što se ujedno i poklapa sa višegodišnjim podacima ispitivanih lokaliteta.

Za objašnjenje interakcije u radu će se koristiti vrednosti pet klimatskih parametara: srednja maksimalna temperatura (mx); srednja minimalna temperatura (mn); temperaturna variranja (tv); padavine (pr); relativna vlažnost vazduha (rh); dužina trajanja osunčanosti



(os). Podaci su dobijeni od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije za lokalitete Kragujevac (Centar za strna žita), Surčin (Institut za kukuruz) i Zaječar (Centar za poljoprivredna i tehnološka istraživanja). Podaci su za period od 1. novembra do 30. juna. Nakon toga za svaki klimatski parametar izračunato je po pet promenljivih (tab. 4) koje odgovaraju mesecima vegetacionog perioda ječma (1-nov-feb; 2-mart; 3-april; 4-maj; 5-jun). Kao specijalni tip promenljivih koristiće se indeks spoljašnje sredine (EI-enviromental index) definisan prema modelu *Finlay and Wilkinson (1963)*, zatim hidrotermički koeficijent (htk), bioklimatski indeks (bki), broj tropskih dana (btd) i broj ledenih dana (bld; *Petrović, 2001*; tab. 5).

Hidrotermički koeficijent predstavlja se odnosom padavina i potencijalne evaporacije u periodu vegetacije. S toga je hidrotermički koeficijent pokazatelj sušnosti klime određenog mesta. Smatra se da je klima „suva” ako je  $HiTK < 1$ , „vlažna” ako je  $HiTK > 2$  i „optimalno vlažna” za  $1 \leq HiTK \leq 2$ . Izračunava se po sledećoj formuli:

$$HiTK = \frac{\sum_{i=1}^k Ri}{\sum_{i=1}^k Ta,i \cdot 0.1}$$

$\sum_{i=1}^k Ri$  - ukupne padavine u periodu vegetacije;

$\sum_{i=1}^k Ta,i$  – suma aktivnih temperatura u periodu vegetacije; k – dužina perioda vegetacije (dani).

Bioklimatski indeks je kompleksni pokazatelj za procenu uslova temperature, osunčavanja i padavina u periodu vegetacije. Optimalan interval vrednosti je različit u zavisnosti od biljne vrste (za vinovu lozu je 10). Izračunava se po sledećoj formuli:

$$BKI = \frac{\sum Ta,i \cdot \sum Si}{\sum Ri \cdot d \cdot 10}$$

$\sum Ta,i$  - ukupne aktivne temperature u periodu vegetacije;

$\sum Si$  - ukupno osunčavanje u periodu vegetacije;

$\sum Ri$  - ukupne padavine u toku vegetacije;

d – dužina perioda vegetacije (dani).

Tabela 4. Vrednosti klimatskih promenljivih u 2008/2009. i 2009/2010. godini i višegodišnji podaci za ispitivane lokalitete

Mesec	2008/2009			2009/2010			1981/2010		
	KG	ZP	ZA	KG	ZP	ZA	KG	ZP	ZA
Srednje minimalne temperature (°C)									
Nov-feb	-0.1	0.4	-1.5	0.3	0.7	-1.8	-0.8	0.4	-2.5
Mart	2.7	3.6	1.2	2.6	3.4	1.1	1.8	3.6	0.3
April	6.0	8.7	4.9	6.2	7.4	6.2	5.9	8.2	4.7
Maj	10.6	12.6	9.8	11.6	12.7	10.4	10.6	12.8	9.5
Jun	<b>14.0</b>	<b>15.0</b>	<b>13.3</b>	<b>15.1</b>	<b>15.8</b>	<b>13.9</b>	13.8	15.3	12.9
Srednje maksimalne temperature (°C)									
Nov-feb	8.1	7.1	6.5	8.6	7.5	6.2	7.6	7.2	6.7
Mart	11.5	12.1	11.6	12.7	12.3	12.0	12.5	12.4	12.1
April	20.8	21.2	18.9	17.9	18.0	17.8	17.8	18.0	18.1
Maj	25.0	25.2	25.6	22.1	22.6	22.7	23.0	23.5	23.6
Jun	<b>26.2</b>	<b>25.8</b>	<b>27.0</b>	<b>25.9</b>	<b>26.0</b>	<b>27.0</b>	26.1	26.1	27.3
Temperaturna variranja (°C)									
Nov-feb	8.2	6.7	8.0	8.3	6.8	8.0	8.3	6.8	9.2
Mart	8.8	8.5	10.4	10.1	8.9	10.9	10.7	8.8	11.8
April	<b>14.8</b>	12.5	14.0	<b>11.7</b>	<b>10.6</b>	11.6	11.9	9.8	13.4
Maj	14.4	<b>12.6</b>	<b>15.8</b>	10.5	9.9	12.3	12.4	10.7	14.1
Jun	12.2	10.8	13.7	10.8	10.2	<b>13.1</b>	12.3	10.8	14.6
Padavine (mm)									
Nov-feb	<b>193.6</b>	<b>210.6</b>	<b>286.4</b>	<b>322.1</b>	<b>303.0</b>	<b>391.5</b>	170.2	199.4	184.5
Mart	44.3	48.3	58.3	28.6	32.6	64.3	42.3	49.3	40.6
April	17.1	5.9	15.4	78.2	36.1	73.5	53.9	56.1	53.2
Maj	46.0	42.2	18.0	116.7	67.2	58.9	58.7	58.0	52.4
Jun	137.8	96.9	76.4	105.1	142.3	95.1	76.4	101.2	58.1
Relativna vlažnost vazduha (%)									
Nov-feb	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>85</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>85</b>	78	76	79
Mart	72	70	76	70	69	73	69	63	71
April	65	57	75	72	72	75	67	61	68
Maj	70	61	72	73	73	76	68	62	69
Jun	72	68	74	76	74	76	68	63	69
Osunčanost (h)									
Nov-feb	237.0	258.6	208.6	231.6	233.0	210.8	324.3	335.4	292.7
Mart	96.6	126.3	101.4	125.3	149.6	129.1	144.5	153.2	129.3
April	225.3	224.2	175.9	161.7	171.9	133.1	180.4	188.1	165.7
Maj	<b>275.0</b>	<b>261.5</b>	<b>287.0</b>	165.9	180.5	179.8	234.5	242.2	223.4
Jun	192.2	202.7	229.3	<b>211.1</b>	<b>204.3</b>	<b>235.4</b>	257.4	260.9	254.1

Broj tropskih dana se definiše kao broj dana kada je maksimalna dnevna temperatura vazduha bila jednaka ili veća od 30°C, a broj ledenih dana kao broj dana kada je maksimalna dnevna temperatura vazduha bila jednaka ili manja od 0°C.

Tabela 5. Posebne klimatske promenljive u 2008/2009 i 2009/2010. godini

	2008/2009			2009/2010		
	Kragujevac	Zemun Polje	Zaječar	Kragujevac	Zemun Polje	Zaječar
Hidroterm. koef.	1.94	1.82	2.41	2.58	2.44	3.29
Bioklimatski indeks	2.21	2.44	1.71	1.54	1.62	1.13
Broj tropskih dana	9	10	10	8	10	12
Broj ledenih dana	18	26	11	13	14	26

## 5.6. Statistička analiza podataka

### *Mešoviti model*

Podaci o kvantitativnim osobinama dvoredog i višeredog ječma iz više-lokacijskih oglada analizirani su primenom sledećeg linearnog mešovitog modela:

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

gde  $y_{ijk}$  ( $i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K$ ) predstavlja vrednost kvantitativne osobine  $i$ -tog genotipa na  $j$ -toj spoljašnjoj sredini za dati broj ponavljanja  $k$ ;  $\mu$  je efekat opšte sredine;  $\varrho_{jk}$  je slučajni efekat  $k$ -tog ponavljanja u okviru  $j$ -te spoljašnje sredine;  $g_i$  je fiksni efekat  $i$ -tog genotipa;  $e_j$  je slučajni efekat  $j$ -te spoljašnje sredine;  $(ge)_{ij}$  je slučajni efekat interakcije  $i$ -tog genotipa sa  $j$ -tom spoljašnjom sredinom i  $\varepsilon_{ijk}$  predstavlja slučajnu grešku analizirane osobine.

Kako bi se bolje obuhvatila heterogenost klimatskih i zemljišnih uslova spoljašnjih sredina na kojima su genotipovi ispitivani za analize podataka kvantitativnih osobina primenjena su dva tipa mešovitenih modela:

- mešoviti model sa homogenim rezidualima grešaka varijansi, odnosno  $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$  (pristup sličan fiksnom modelu analize varijanse) i
- mešoviti model sa heterogenim rezidualima grešaka varijansi,  $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$  i  $\sigma_1^2, \sigma_j^2, \dots, \sigma_J^2$ .

Izbor između dva modela je baziran na vrednosti Akaike-ovog informacionog kriterijuma (AIC) koji se izračunava na osnovu sledeće jednačine:

$$AIC = -2LL + 2q,$$

gde  $LL$  predstavlja logaritam vrednosti maksimalne verodostojnosti sa restrikcijom datog modela i  $q$  je broj ocenjenih parametara varijansno-kovarijansne matrice. Mešoviti model sa manjom AIC vrednosti predstavlja najpogodniji model za analizu datog seta podataka. Slučajni efekti u modelu ocenjeni su pomoću REML (*Restricted maximum likelihood*) metoda i predstavljeni kao komponenta varijanse  $\pm$  standardna devijacija ocene. Razlike između parova genotipova testirane su primenom Takijevog testa višestrukih upoređenja nakon čega je izvršena Bonferonijeva korekcija vrednosti verovatnoća kako bih se osigurala prevencija statističke greške prvog tipa. Pošto je efekat genotipa u linearnom mešovitom modelu tretiran kao fiksni vrednosti individualnih genotipova su izražene kao BLUE (*Best Linear Unbiased Estimates*) ocene koje su istovetne srednjim vrednostima iz fiksnog modela analize varijanse kada su podaci balansirani (*Yan & Rajcan, 2003*). Na osnovu BLUE ocena izračunati su parametri deskriptivne statistike (srednja vrednost, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrednost, koeficijent varijacije), a podaci su predstavljeni grafički pomoću box-plot prikaza. Primenom parametarskog  $t$ -testa ispitivana je nulta hipoteza o jednakosti srednjih vrednosti dvoredog i višeredog ječma za proučavane osobine.

## Analiza interakcije genotipa i spoljašnje sredine

### AMMI model

Analiza interakcije genotipa i spoljašnje sredine za proučavane osobine analizirana je primenom linearno-bilinearnog AMMI modela (Gauch & Zobel, 1996). Osnovu za procenu hipotetskih parametara AMMI modela čini matrica vrednosti genotipova u spoljašnjim sredinama ( $Z$ ) iz koje se dvostrukom standardizacijom uklanjaju efekti genotipa i spoljašnje sredine čime se dobija matrica interakcijskih vrednosti čiju višedimenzionalnu i kompleksnu prirodu želimo aproksimirati na manji broj dimenzija.

Neka je  $Z = \begin{bmatrix} g_{11}^e & g_{12}^e & \cdots & g_{1e}^e \\ g_{21}^e & g_{22}^e & \cdots & g_{2e}^e \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ g_{g1}^e & g_{g2}^e & \cdots & g_{ge}^e \end{bmatrix}$  sa dimenzijom  $g \times e$  i rangom  $r = \min(g-1 \text{ i } e-1)$  gde je

$g_{ij}^e$  vrednost definisana kao  $y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..}$  ( $y_{ij}$  - vrednost  $i$ -tog genotipa u  $j$ -toj spoljašnjoj sredini;  $\bar{y}_{i.}$  - efekat  $i$ -tog genotipa;  $\bar{y}_{.j}$  - efekat  $j$ -te spoljašnje sredine;  $\bar{y}_{..}$  - opšta sredina) hipotetski parametri se procenjuju putem metoda dekompozicije svojstvenih vrednosti-SVD (Echart & Young, 1936), odnosno  $Z = U\Lambda A'$  gde su  $U$  i  $A$  ortogonalne matrice tj.  $U'U = I_{(g \times g)}$ ,  $A'A = I_{(e \times e)}$  i  $\Lambda = (\lambda_k)$  ( $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_r$ ) je dijagonalna matrica svojstvenih vrednosti izračunati kao kvadratni koren karakterističnih vrednosti  $\lambda_k^2$  ( $k = 1, 2, \dots, r$ ) matrica  $ZZ'$  i  $Z'Z$ . Kolone matrice  $U$  su karakteristični vektori matrice  $ZZ'$ , dok su redovi matrice  $A$  karakteristični vektori matrice  $Z'Z$ . U cilju grafičkog predstavljanja rezultata AMMI modela, matrica  $Z$  se aproksimira matricom  $\bar{Z}$  koja ima rang  $t$  ( $t < r$ ) i čiji elementi su  $\bar{z}_{ij} = \sum_{k=1}^t u_{ik} \lambda_k a_{jk}$ . Proporcija varijanse objašnjenje

pojedinačnim AMMI modelom izračunava se kao  $\frac{\sum_{i=1}^t \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^r \lambda_i^2}$ . Test statističke značajnosti

individualnih AMMI modela urađen je u skladu sa procedurom koju su opisali Hegeman & Johnson (1976). Bez obzira na broj i statističku značajnost individualnih AMMI modela za

grafičko prikazivanje rezultata interakcije genotipa i spoljašnje sredine primenjen je AMMI-1 prikaz (Yan & Tinker, 2005) imajući u vidu sve prednosti primenjenog pristupa (Gauch & Zobel, 1996). Takođe, originalne vrednosti interakcijskih reziduala predstavljene su grafički u formi heatmap prikaza.

### **Regresija parcijalnih najmanjih kvadrata (PLS)**

Model regresije parcijalnih najmanjih kvadrata (PLS; Aastveit & Martens, 1986) objašnjava interakciju pomoću hipotetskih promenljivih koje predstavljaju linearne kombinacije klimatskih promenljivih merenih u spoljašnjim sredinama. Kada se vrši interpretacija interakcije u matrici zavisno od promenljivih ( $Y$ ) pomoću matrice nezavisnih promenljivih ( $Z$ ) bilinearna forma matrica se zapisuje kao:

$$Y = TQ' + F = t_1q'_1 + t_2q'_2 + \dots + t_Mq'_M + F_M$$

$$Z = TP' + E = t_1p'_1 + t_2p'_2 + \dots + t_Mp'_M + E_M$$

gde matrica  $T(t_1 \dots t_J)$  sadrži  $Z$  skorove klimatskih promenljivih; matrica  $P(p_1 \dots p_H)$  sadrži  $Z$  opterećenja klimatskih promenljivih; matrica  $Q(q_1 \dots q_I)$  sadrži  $Y$  opterećenja;  $E$  i  $F$  predstavljaju rezidualne varijacije matrica  $Y$  i  $Z$ . Istovremenom dekompozicijom matrica  $Y$  i  $Z$  vrši se aproksimacija dva kompleksna sistema podataka na nekoliko interpretativnih latentnih dimenzija. Broj latentnih dimenzija određuje se metodom unakrsnog vrednovanja (Stone, 1974). Latentna dimenzija  $T$  predstavlja vezu između matrica  $Y$  i  $Z$  (Vargas i sar. 1998). Prema Helland (1988) redukovani broj latentnih dimenzija  $T$  daje aproksimaciju modela faktorijalne regresije sa klimatskim promenljivama jer je  $Y'$ :

$$E(Y') = QT' = Q(ZW')' = (QW')Z' = \zeta Z' = \sum_{b=1}^H \zeta_{ib} \tilde{x}_{jb}$$

gde matrica  $W$  sadrži  $Z$  opterećenja klimatskih promenljivih; matrica  $\zeta$  sadrži aproksimirane regresione koeficijente. Prikazivanje matrica  $T$ ,  $Q$ ,  $W$  u formi triplota

omogućava vizuelnu interpretaciju rezultata PLS regresije. Interpretacija triplot prikaza se zasniva na jednostavnom geometrijskom principu (Kroonenberg, 1995).

### ***Analiza korelacija kvantitativnih osobina ječma***

Matrica korelacionih koeficijenata između kvantitativnih osobina dvoredog i višeredog ječma po spoljašnjim sredinama analizirana je SVD metodom dekompozicije originalne matrice korelacionih koeficijenata. Za grafičko predstavljanje rezultata dekompozicije koriste se biplot prikaz prve dve glavne komponente (PC1 i PC2) u kojima je sadržan najvažniji deo informacije o korelativnim odnosima osobina ječmova u spoljašnjim sredinama. Osnovni model analize predstavljen je sledećom jednačinom:

$$r_{ij} = \lambda_1 \gamma_{i1} \zeta_{1j} + \lambda_2 \gamma_{i2} \zeta_{2j} + \varepsilon_{ij},$$

gde  $r_{ij}$  predstavlja vrednost korelacionog koeficijenta između dve kvantitativne osobine u  $j$ -toj spoljašnjoj sredini;  $\lambda_1$  i  $\lambda_2$  su svojstvene vrednosti glavnih komponentata PC1 i PC2;  $\gamma_{i1}$  i  $\gamma_{i2}$  su karakteristični vektori korelacionih koeficijenata za glavne komponente PC1 i PC2;  $\zeta_{1j}$  i  $\zeta_{2j}$  su karakteristični vektori spoljašnjih sredina za glavne komponente PC1 i PC2, dok  $\varepsilon_{ij}$  predstavlja ostatak varijacije originalne korelacione matrice koji nije objašnjen dvema glavnim komponentama.

## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 6.1. DESKRIPTIVNA STATISTIKA ISPITIVANIH OSOBINA JEČMA

#### 6.1.1. Visina stabla

Najmanju visinu stabla kod dvoredog ječma za sve lokalitete i godine ispitivanja imala je linija J-81 (66.8 cm), a najveću sorta NS-293 (84.6 cm; tab. 6). Na osnovu testa višestrukog poređenja značajnosti razlika između genotipova NS-293 koji je imao najveću prosečnu visinu stabla bio je značajno višji u odnosu na sve ostale ispitivane genotipove osim sorte Jagodinac i linije J-176. U odnosu na najniži genotip J-81 značajno veću visinu stabla ima devet genotipova dok u odnosu na ostalih deset nema značajne razlike. Prosečna visina stabla za sve genotipove iznosila je 74.1 cm (tab. 6). Kod ispitivanih sorti prosečna visina je iznosila 74.4 cm, a kod linija 73.6 cm što je *t*-testom utvrđeno da nije značajna razlika (prilog 15). Posmatrano u odnosu na lokalitete, najmanja prosečna visina genotipova bila je u Kragujevcu (70.0 cm) a najveća u Zaječaru (76.8 cm). Povoljniji uslovi u 2009. godini uslovi su veću prosečnu dužinu stabljike (77.4 cm) u odnosu na 2010. godinu (70.7 cm). Od šest sredina u kojima je ispitivanje vršeno, najmanja visina bila je u Kragujevcu 2010. godine (65.1 cm), a najveća u Zemun Polju 2009. godine (79.5 cm; prilog 1).

Interkvartilna razlika, medijane, ekstremne vrednosti kao i minimalne i maksimalne vrednosti empirijskih raspodela genotipova po ispitivanim sredinama prikazani su box-plotom na grafikonu 1. Najveća interkvartilna razlika je bila u Kragujevcu 2010. godine. S obzirom da se nije podudarala sa ostalim sredinama zaključujemo da je se ova sredina razlikovala od ostalih ispitivanih, a takođe se zapaža i da je u Zemun Polju 2009. medijana bila veoma blizu trećem kvartilu. Dva genotipa (NS-293 i J-176) imala su ekstremno veće visine stabla u ovoj sredini u odnosu na ostale genotipove dok je linija J-81 imala ekstremno nižu vrednost ove osobine. Sorta NS-293 je u još tri sredine ostvarila ekstremne vrednosti visine stabla (Kragujevac i Zaječar 2009. godine i Zemun Polje 2010. godine).



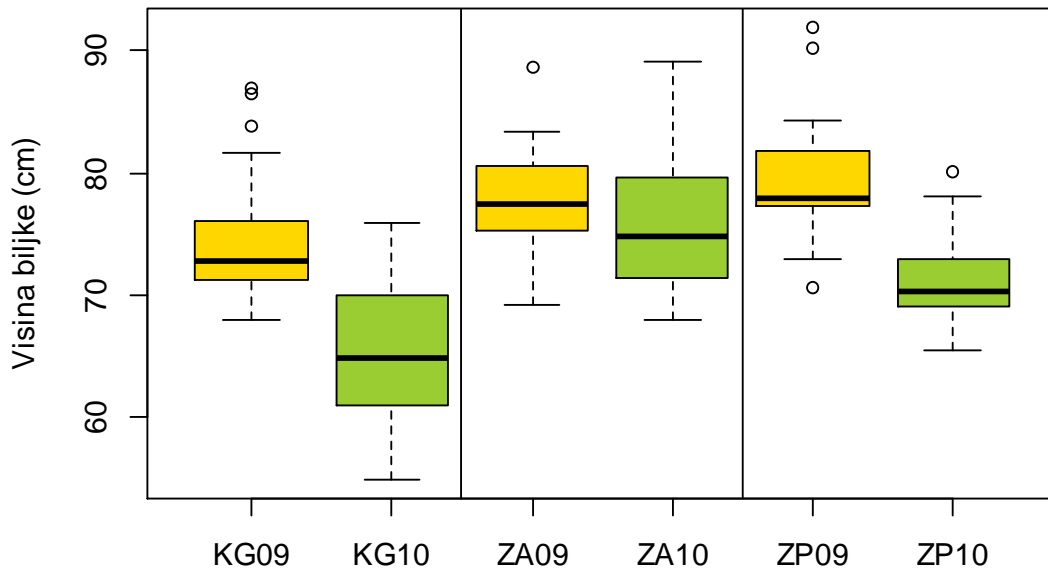
Najmanju vrednost koeficijenta varijacije (CV) imala je sorta NS-595 (4.40%), a najveću linija J-104 (11.21%). Variranje ove osobine kod svih dvorednih genotipova iznosi 9.37% (tab. 6).

Akaikeovim informacionim kriterijumom (AIC) utvrđeno je da je za objašnjenje varijacije visine stabla dvorednog ječma pogodniji mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina (prilog 4). Ovaj model ističe da su efekti genotipa i interakcije genotipa i spoljašnje sredine visoko značajni ( $P < 0.01$ ) dok efekat spoljašnje sredine nije značajan ( $P > 0.05$ ) za objašnjenje ukupne varijacije osobine (tab. 7).

Tabela 6. Visina stabla (cm) genotipova dvorednog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Jagodinac	78.2±6.0 <sup>abc*</sup>	68.6	85.6	7.67
2.	Maksa	74.2±3.3 <sup>cd</sup>	69.2	79.2	4.50
3.	Rekord	71.2±3.7 <sup>cde</sup>	64.3	77.4	5.23
4.	NS-587	73.2±3.0 <sup>cde</sup>	69.3	78.8	4.07
5.	NS-293	84.6±6.5 <sup>a</sup>	71.9	92.3	7.65
6.	NS-595	74.0±3.3 <sup>cd</sup>	68.6	80.2	4.40
7.	NS-519	72.2±6.2 <sup>cde</sup>	60.4	80.8	8.55
8.	NS-565	71.3±6.7 <sup>cde</sup>	59.5	83.1	9.44
9.	NS-183	76.6±6.1 <sup>bcd</sup>	63.8	83.6	7.93
10.	NS-525	72.2±6.6 <sup>cde</sup>	60.3	81.3	9.14
11.	NS-589	74.0±6.6 <sup>cd</sup>	62.4	84.2	8.93
12.	NS-593	71.0±5.1 <sup>de</sup>	61.1	78.8	7.19
13.	J-110	70.5±5.7 <sup>de</sup>	59.1	79.1	8.03
14.	J-90	72.1±3.7 <sup>cde</sup>	64.5	76.3	5.18
15.	J-96	76.9±6.1 <sup>bcd</sup>	63.9	84.0	7.98
16.	J-82	76.1±6.2 <sup>bcd</sup>	63.1	83.4	8.16
17.	J-103	72.4±6.5 <sup>cde</sup>	58.8	82.0	8.94
18.	J-176	81.9±7.9 <sup>ab</sup>	67.3	93.2	9.60
19.	J-81	66.8±4.9 <sup>e</sup>	54.9	72.5	7.31
20.	J-104	71.8±8.1 <sup>cde</sup>	53.7	78.2	11.21
Opšti prosek		74.1			9.37

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova



Grafikon 1. Box-plot za visinu stabla genotipova dvoredog ječma

Tabela 7. Mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina za visinu stabla genotipova dvoredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95.4	9.25	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	26.372± 17.036	1.55	0.0608	
Interakcija (G×E)	10.456± 1.566	6.68	<0.0001	
Rezidual $\sigma_1^2$	1.565± 0.288	5.43	<0.0001	
Rezidual $\sigma_2^2$	1.605± 0.324	4.95	<0.0001	
Rezidual $\sigma_3^2$	1.930± 0.354	5.46	<0.0001	
Rezidual $\sigma_4^2$	1.112± 0.210	5.30	<0.0001	
Rezidual $\sigma_5^2$	0.925± 0.172	5.39	<0.0001	
Rezidual $\sigma_6^2$	1.566 ± 0.288	5.43	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

Kod višeredog ječma (tab. 8) najmanju prosečnu visinu stabla imala je linija J-27 (69.2 cm), a najveću NS-737 (86.8 cm). Svi genotipovi spadaju u srednje niske do srednje visoke. Višestrukim poređenjem najviša sorta NS-737 nije se značajno razlikovala u odnosu

na četiri genotipa (NS-313, Javor, J-32, J-16). Najniži genotip J-27 nije se značajno razlikovao u odnosu na osam genotipova dok je u odnosu na ostalih jedanaest postojala značajna razlika. Višeredi genotipovi su imali prosečnu visinu stabla 77.5 cm. Primenom *t*-testa je utvrđeno da je višeredi u poređenju sa dvoredim ječmom imao visoko značajno veću visinu stabla (prilog 3). Prosečna visina ispitivanih sorti bila je 78.5 cm, a linija 76.4 cm što je *t*-testom utvrđeno kao nesignifikantna razlika (prilog 16). U Kragujevcu su genotipovi imali najmanju prosečnu visinu (72.4 cm), a najveću u Zemun Polju (81.2 cm), (prilog 2). Kao i kod dvoredih, 2009. godina je bila povoljnija za vegetativno razviće pa je imala i značajno veću prosečnu visinu (82.9 cm) od 2010. (72.1 cm). Kragujevac 2010. godine je imao najmanju prosečnu visinu genotipova (67.5 cm) od svih sredina dok je najveću imao Zemun Polje 2009. godine (87.3 cm).

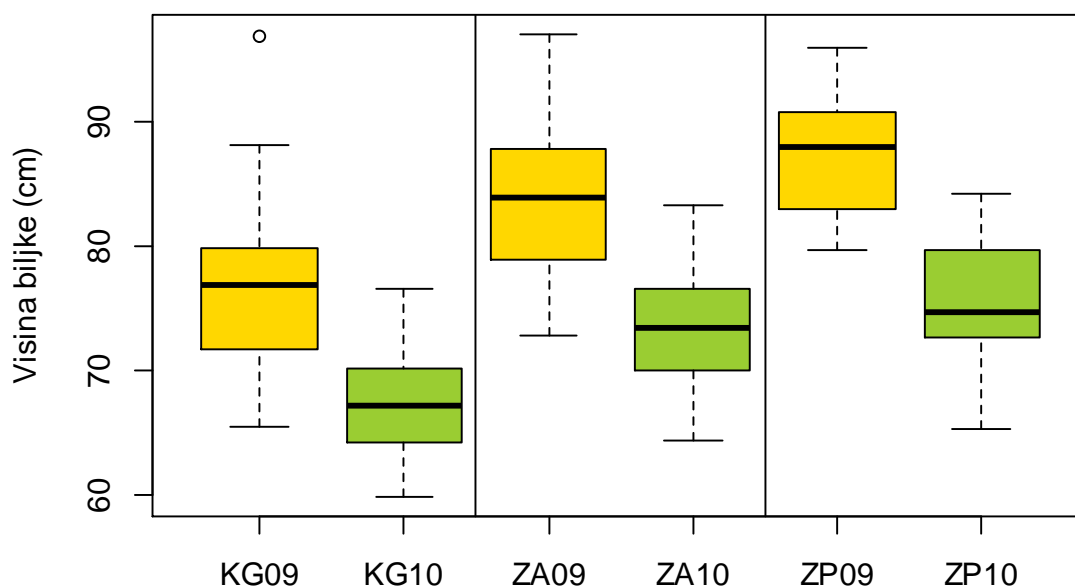
Tabela 8. Visina stabla (cm) genotipova višeredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Grand	79.3±4.6 <sup>bcdef*</sup>	69.0	84.6	5.80
2.	NS-313	82.4±6.4 <sup>abcde</sup>	72.6	94.4	7.74
3.	Ozren	77.1±8.3 <sup>defg</sup>	65.9	91.0	10.79
4.	Somborac	75.5±3.0 <sup>efgh</sup>	69.2	83.8	6.54
5.	Sremac	75.5±6.5 <sup>efgh</sup>	66.3	88.9	8.41
6.	Atlas	78.5±3.3 <sup>bcdef</sup>	66.9	90.0	9.68
7.	Leotar	70.5±6.2 <sup>gh</sup>	61.6	80.7	7.59
8.	NS-773	76.2±6.7 <sup>efgh</sup>	63.8	88.6	9.50
9.	Nonius	77.0±6.1 <sup>defg</sup>	62.8	91.6	13.20
10.	NS-737	86.8±6.6 <sup>a</sup>	69.1	98.1	11.39
11.	Javor	84.2±6.6 <sup>abc</sup>	72.8	94.3	8.42
12.	J-26	71.0±5.1 <sup>gh</sup>	63.8	81.2	8.97
13.	J-32	84.3±5.7 <sup>ab</sup>	69.5	98.1	10.21
14.	J-24	77.3±3.7 <sup>cdefg</sup>	66.7	90.0	9.21
15.	J-9	77.5±6.1 <sup>bcdefg</sup>	66.4	92.9	11.04
16.	J-33	75.8±6.2 <sup>efgh</sup>	65.9	83.5	7.30
17.	J-27	69.2±6.5 <sup>h</sup>	59.1	81.0	10.21
18.	J-29	74.7±7.9 <sup>efgh</sup>	60.3	86.9	11.33
19.	J-16	83.8±4.9 <sup>abcd</sup>	70.5	94.0	9.09
20.	J-21	73.9±8.0 <sup>efgh</sup>	61.6	87.6	10.47
Opšti prosek		77.5			11.15

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

Variranje visine kod višeredog izraženo koeficijentom varijacije (11.15%) je nešto veće u odnosu na dvoredi ječam. Grand je najmanje varirao od genotipova (5.80%), a najviše Nonius (13.20%; tab. 8).

Veće variranje višeredog ječma kada je u pitanju visina stabla je prisutno i u ispitivanim sredinama što pokazuje i vrednost interkvartilne razlike (graf. 2). Genotipovi ispitivani u Kragujevcu 2010. godine se kao i kod dvoredog razlikuju od ostalih sredina. U svakom od tri lokaliteta se zapaža razlika u zavisnosti od godine ispitivanja (u prvoj godini genotipovi imaju veće vrednosti medijana kao i prosečne vrednosti). Sorta NS-737 je u odnosu na ostale genotipove imala ekstremno visoku vrednost visine stabla (96.9 cm) u Kragujevcu 2009. godine.



Grafikon 2. Box-plot za visinu stabla genotipova višeredog ječma

Vrednost Akaikeovog informacionog kriterijuma (AIC) iznosila je 1753.0 (prilog 4) tako da je favorizovan mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina koji ukazuje na visoku značajnost ( $P < 0.01$ ) genotipa i  $G \times E$  interakcije za variranje visine stabla višeredog ječma. Kao i kod dvoredog, efekat sredine (E) nije bio značajan ( $P > 0.05$ ) za objašnjenje ukupne varijacije (tab. 9).

Tabela 9. Mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina za visinu stabla genotipova višeredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	12.79	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	51.203±32.740	1.56	0.0589	
Interakcija (G×E)	10.629±1.574	6.75	<.0001	
Rezidual $\sigma^2$	0.886±0.068	13.08	<.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

### 6.1.2. Dužina klasa

Prosečna dužina klasa svih ispitivanih genotipova dvoredog ječma iznosila je 8.25 cm (tab. 10). Najmanju dužinu klasa za sve ispitivane lokalitete i godine imala je linija J-90 (7.56 cm), dok je najveću imala linija J-176 (9.35 cm) koja je bila sa značajno dužim klasom u odnosu na sve ispitivane genotipove (osim NS-587). Razlike između genotipova su određivane višestrukim poređenjem. U odnosu na liniju J-176 samo sorta NS-587 nema značajnu razliku dok se u odnosu na sve ostale genotipove značajno razlikuje. Ispitivane linije su bile sa većom prosečnom dužinom klasa (8.32 cm) u poređenju sa sortama (8.20 cm), ali razlika nije pokazala značajnost (prilog 15). Najmanja prosečna dužina klasa svih genotipova po lokalitetima bila je u Kragujevcu (7.87 cm), a najveća u Zemun Polju (8.47 cm). U 2009. godini je bilo povoljnijih uslova za razvoj klasa kao i stabljike pa je ostvarena i veća prosečna vrednost (8.43 cm) u odnosu na drugu godinu ispitivanja (8.07 cm). Od ispitivanih sredina posmatrani genotipovi u Kragujevcu u 2010. godini su imali najmanju dužinu klasa (7.64 cm), a najveću genotipovi u Zemun Polju 2009. godine (8.87 cm; prilog 5).

Boxplot prikaz po ispitivanim sredinama (graf. 3) nam ukazuje da između njih nije bilo razlika u dužini klasa. Sve sredine u prvoj godini ispitivanja imale su veću vrednost medijane osim Zaječara u kome je i srednja vrednost ispitivanih genotipova bila veća u drugoj godini. Takođe, uočavamo i nekoliko ekstremnih vrednosti genotipova od kojih se posebno ističe onaj koji je ostvarila linija J-176 (10.38 cm) u Zemun Polju 2009. godine.

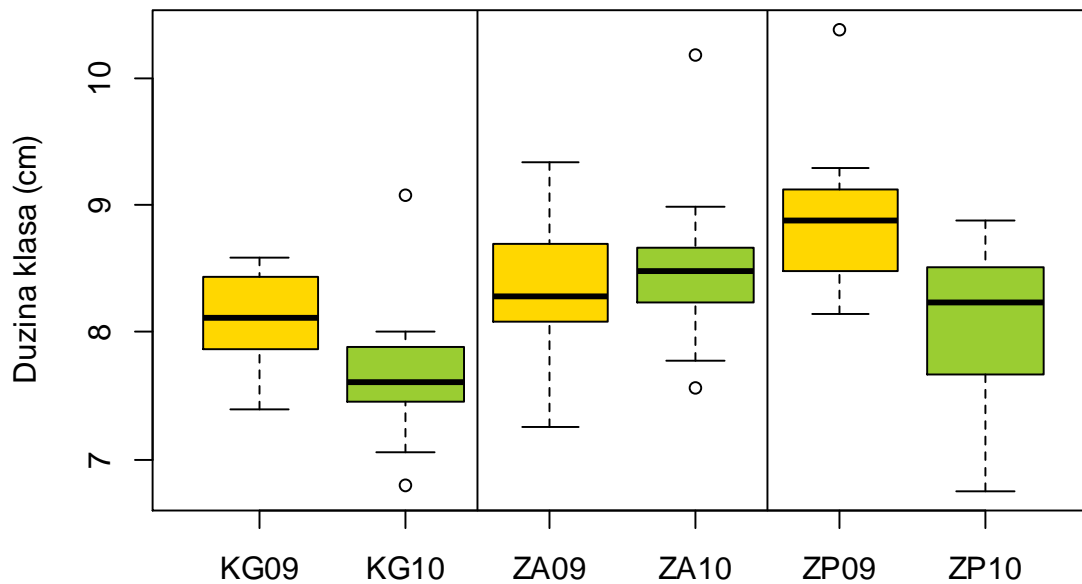
Ova linija je i Kragujevcu i Zaječaru 2010. godine imala ekstremno veće vrednosti dužine klasa u poređenju sa ostalim genotipovima. Linija J-104 se isticala ekstremno niskom dužinom klasa u Kragujevcu 2010. godine dok je sorta NS-565 u odnosu na ostale genotipove ispitivane u Zaječaru 2010. godine imala ekstremno niže vrednosti.

Tabela 10. Dužina klasa (cm) genotipova dvoredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Jagodinac	7.76±0.58 <sup>cde*</sup>	6.64	8.61	7.42
2.	Maksa	8.04±0.49 <sup>bcd</sup>	7.47	8.81	6.13
3.	Rekord	8.17±0.53 <sup>bcd</sup>	7.53	9.20	6.52
4.	NS-587	8.62±0.43 <sup>ab</sup>	7.88	9.40	4.95
5.	NS-293	8.24±0.22 <sup>bcd</sup>	7.82	8.52	2.72
6.	NS-595	8.43±0.23 <sup>bcd</sup>	7.95	8.80	2.72
7.	NS-519	8.12±0.66 <sup>bcd</sup>	7.04	9.33	8.13
8.	NS-565	8.24±0.50 <sup>bcd</sup>	7.48	8.90	6.12
9.	NS-183	7.70±0.57 <sup>de</sup>	6.86	8.73	7.44
10.	NS-525	7.98±0.58 <sup>bcd</sup>	7.12	8.93	7.25
11.	NS-589	8.49±0.42 <sup>bc</sup>	7.85	9.05	4.91
12.	NS-593	8.57±0.56 <sup>b</sup>	7.55	9.38	6.58
13.	J-110	8.47±0.42 <sup>bc</sup>	7.83	9.09	4.90
14.	J-90	7.56±0.34 <sup>e</sup>	7.06	8.22	4.51
15.	J-96	7.90±0.42 <sup>bcd</sup>	6.94	8.39	5.35
16.	J-82	8.20±0.41 <sup>bcd</sup>	7.56	8.79	4.96
17.	J-103	8.47±0.54 <sup>bc</sup>	7.41	9.20	6.36
18.	J-176	9.35±0.73 <sup>a</sup>	7.79	10.43	7.82
19.	J-81	8.54±0.51 <sup>b</sup>	7.71	9.36	5.92
20.	J-104	8.14±0.69 <sup>bcd</sup>	6.67	8.98	8.48
Opšti prosek		8.25			7.66

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

Koeficijent varijacije (CV) za dužinu klasa kod genotipova kretao se od 2.72% (NS-293 i NS-595) do 8.48% (J-104). Generalno, za sve ispitivane genotipove dvoredog ječma za ovu osobinu, koeficijent varijacije je iznosio 7.66% (tab. 10).



Grafikon 3. Box-plot za dužinu klasa genotipova dvoredog ječma

Na osnovu Akaikeovog (AIC) informacionog kriterijuma (prilog 4) mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina je odabran kao najpogodniji. Efekti genotipa i interakcije u ovom modelu pokazali su visoku značajnost ( $P < 0.01$ ), dok je efekat sredine u kojima su izvođeni ogledi pokazao da nije imao značaja ( $P > 0.05$ ) u objašnjenju varijacije za dužinu klasa kod dvoredog ječma (tab. 11).

Kod višeredog ječma, prosečna dužina klasa svih genotipova bila je 5.89 cm (tab. 12). Primenom *t*-testa utvrđena je značajna razlika u odnosu na dvorede (prilog 3). Sorta Sremac imala je najmanju dužinu klasa (4.55 cm) prosečno po svim godinama i lokalitetima dok su Grand i Ozren imali najveću (7.22 cm). Značajnost razlika između genotipova utvrđena je višestrukim poređenjem. Uočavamo grupu od devet genotipova (NS-313, Somborac, Sremac, Leotar, NS-773, Nonius, J-26, J-24, J-22) između kojih nema značajne razlike, a koji imaju značajno manju dužinu klasa od ostalih višeredih genotipova (tab. 12). Ispitivane linije su i kod višeredog ječma imale veće prosečne vrednosti (6.04 cm) u odnosu na sorte (5.77 cm), ali razlika nije bila statistički značajna (prilog 16). U odnosu na lokalitet (prilog 6) najmanju vrednost dužine klasa svih genotipova u obe godine imao je Zaječar (5.75 cm), a najveću Kragujevac (6.06 cm). Prosečna vrednost dužine klasa u 2009.

iznosila je 6.12 cm, a u 2010. godini 5.66 cm. Zapažene su i razlike u ispitivanim sredinama. Ispitivani genotipovi u Zaječaru u 2010. godini su imali najmanje vrednosti (5.55 cm), a najveće u Kragujevcu u 2009. godini (6.38 cm).

Tabela 11. Mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina za dužinu klasa genotipova dvoredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	7.83	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	0.170±0.111	1.53	0.0635	
Interakcija (G×E)	0.120±0.017	6.81	<0.0001	
Rezidual $\sigma_1^2$	0.013±0.002	5.37	<0.0001	
Rezidual $\sigma_2^2$	0.003±0.001	5.23	<0.0001	
Rezidual $\sigma_3^2$	0.004±0.001	5.38	<0.0001	
Rezidual $\sigma_4^2$	0.004±0.001	5.39	<0.0001	
Rezidual $\sigma_5^2$	0.007±0.001	5.41	<0.0001	
Rezidual $\sigma_6^2$	0.006±0.001	5.39	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

Najmanji koeficijent varijacije imala je sorta Ozren (1.23%), a najveći sorta Atlas (8.21%). Variranje kod svih ispitivanih genotipova za dužinu klasa iznosilo je 17.42% (tab. 12). U poređenju sa koeficijentom varijacije dvorednih genotipova (7.66%) to je značajno veće variranje.

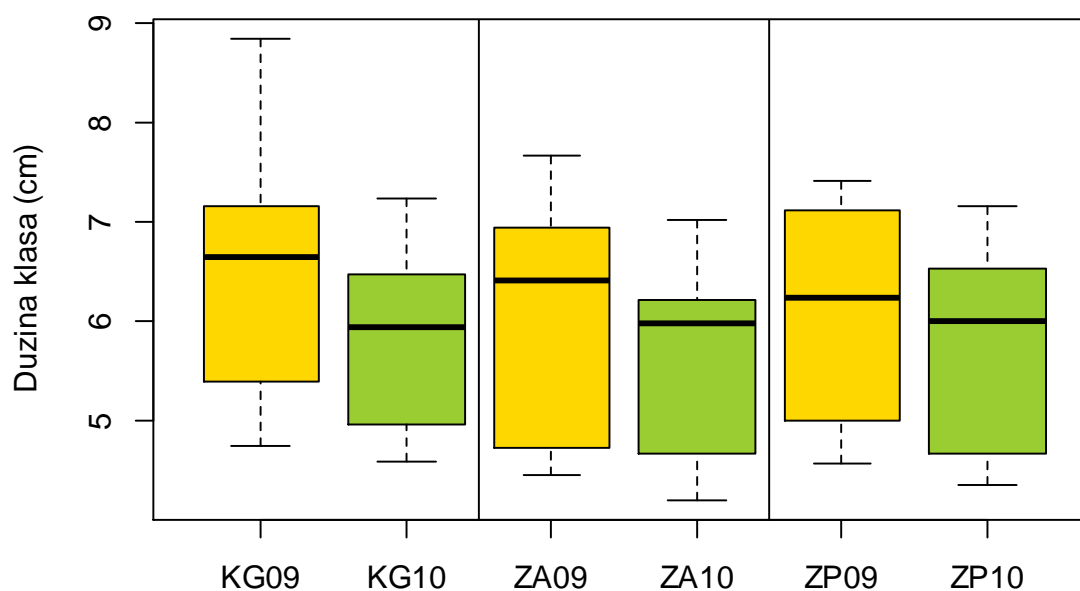
Veću varijaciju u dužini klasa kod višerednih u odnosu na dvorede genotipove po ispitivanim sredinama možemo videti i na osnovu interkvartilne razlike (graf. 4). Sva tri lokaliteta su u prvoj godini ispitivanja imali vrednosti medijane veće u odnosu na drugu vegetacionu sezonu. Između ispitivanih sredina nije bilo značajnih razlika niti je bilo genotipova sa ekstremnim vrednostima za dužinu klasa. Najveći interval variranja bio je u Kragujevcu 2009. godine.



Tabela 12. Dužina klasa (cm) genotipova višeredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Grand	7.22±0.31 <sup>a*</sup>	6.86	7.95	4.35
2.	NS-313	4.79±0.24 <sup>c</sup>	4.51	5.36	5.05
3.	Ozren	7.22±0.89 <sup>a</sup>	6.09	8.91	1.23
4.	Somborac	4.85±0.38 <sup>c</sup>	4.36	5.62	7.94
5.	Sremac	4.55±0.19 <sup>c</sup>	4.12	4.87	4.17
6.	Atlas	6.67±0.55 <sup>ab</sup>	5.84	7.30	8.21
7.	Leotar	4.79±0.27 <sup>c</sup>	4.30	5.27	5.72
8.	NS-773	4.88±0.29 <sup>c</sup>	4.49	5.47	6.00
9.	Nonius	5.00±0.29 <sup>c</sup>	4.62	5.63	5.84
10.	NS-737	6.72±0.44 <sup>ab</sup>	6.13	7.48	6.55
11.	Javor	6.83±0.38 <sup>ab</sup>	6.27	7.38	5.58
12.	J-26	5.00±0.24 <sup>c</sup>	4.56	5.46	4.90
13.	J-32	6.56±0.41 <sup>b</sup>	5.82	7.17	6.26
14.	J-24	4.98±0.35 <sup>c</sup>	4.53	5.58	7.13
15.	J-9	6.43±0.40 <sup>b</sup>	5.86	7.17	6.20
16.	J-33	6.47±0.31 <sup>b</sup>	5.94	6.90	4.76
17.	J-27	5.03±0.20 <sup>c</sup>	4.61	5.40	4.03
18.	J-29	6.29±0.29 <sup>b</sup>	5.94	6.70	4.66
19.	J-16	6.71±0.47 <sup>ab</sup>	5.93	7.33	7.08
20.	J-21	6.86±0.32 <sup>ab</sup>	6.21	7.34	4.62
Opšti prosek		5.89			17.42

\*Izvršena su Tukey-Kramer- ova višestruka poređenja razlika genotipova



Grafikon 4. Box-plot za dužinu klasa genotipova višeredog ječma

Vrednost Akaikeovog informacionog kriterijuma (AIC) je iznosio –583.6 (prilog 4). Mešovitim modelom sa homogenim varijansama utvrđena je visoka značajnost ( $P < 0.01$ ) genotipova i interakcije genotipova i spoljašnjih sredina u objašnjenju varijacije dok nije imao značaja ( $P > 0.05$ ) uticaj ispitivanih sredina na varijaciju dužine klasa višeredog ječma (tab. 13).

Tabela 13. Mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina za dužinu klasa genotipova višeredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	63.35	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	0.082±0.055	1.50	0.0670	
Interakcija (G×E)	0.089±0.013	6.79	<0.0001	
Rezidual $\sigma^2$	0.005±0.001	13.08	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

### 6.1.3. Broj zrna po klasu

Kod dvoredog ječma (tab. 14) najmanji broj zrna po klasu za sve lokalitete i godine ispitivanja imala je linija J-96 (20.9), a najveći J-176 (26.1). Prosečna vrednost broja zrna po klasu za sve sorte i linije bila je 22.9. Značajnost razlika između genotipova je određena testom višestrukog poređenja i utvrđeno je da genotip J-176 ima značajno veći broj zrna po klasu u odnosu na ostale genotipove (osim NS-595 i NS-593) dok u odnosu na liniju J-96 samo šest genotipova ima značajno veći broj zrna. Ispitivane sorte su imale u proseku veći broj zrna (23.1) u odnosu na linije (22.7) što primenom *t*-testa nije utvrđeno kao značajna razlika (prilog 15). U odnosu na lokalitet za obe godine istraživanja (prilog 7) najmanji prosečan broj zrna po klasu svih genotipova bio je Kragujevcu (22.2), a najveći u Zemun Polju (24.1). U 2009. godini prosek svih genotipova za ovu osobinu iznosio je 23.58, a u 2010. godini 22.31. Od ispitivanih sredina, najmanje vrednosti su bile u Kragujevcu u drugoj godini ispitivanja (21.0), dok je Zemun Polje u prvoj godini ostvario najveće vrednosti broja zrna po klasu (24.8).

Najmanji koeficijent varijacije imala je sorta NS-595 (4.25%), a najveći sorta NS-565 (10.85%). Koeficijent varijacije za broj zrna po klasu dvorednih genotipova iznosio je 8.62% (tab. 14).

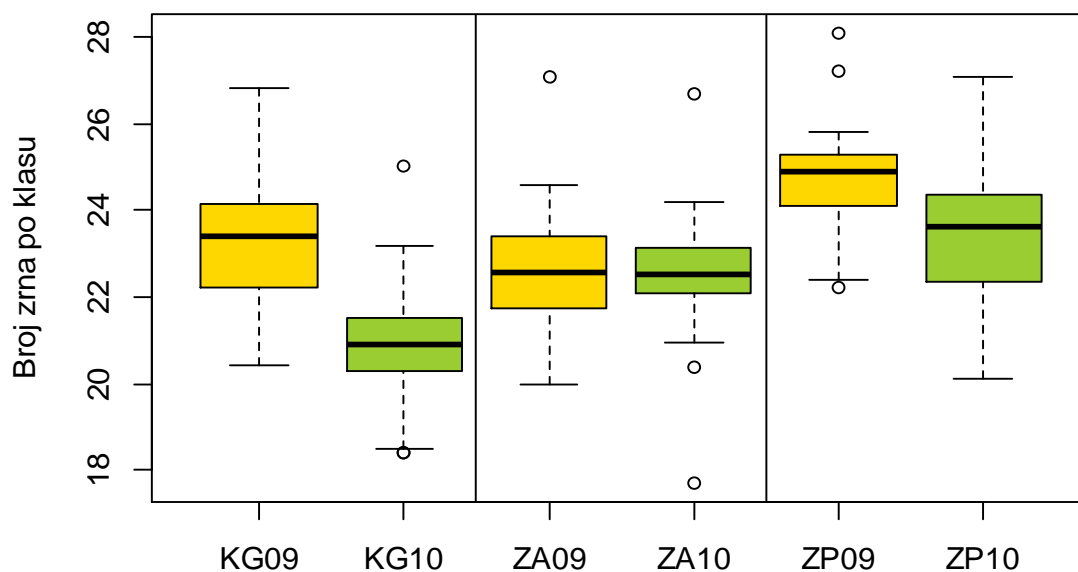
Tabela 14. Broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Jagodinac	22.9±1.7 <sup>cdef*</sup>	20.1	25.1	7.26
2.	Maksa	22.5±1.2 <sup>cdef</sup>	20.7	25.5	5.48
3.	Rekord	23.0±1.2 <sup>cdef</sup>	21.3	25.6	5.20
4.	NS-587	23.0±1.2 <sup>cdef</sup>	21.0	25.3	5.21
5.	NS-293	23.6±1.2 <sup>bcd</sup>	22.2	26.1	5.24
6.	NS-595	24.6±1.0 <sup>abc</sup>	23.1	26.4	4.25
7.	NS-519	23.0±1.9 <sup>cdef</sup>	19.5	26.3	8.08
8.	NS-565	22.3±2.4 <sup>def</sup>	17.5	25.5	10.85
9.	NS-183	21.6±1.1 <sup>def</sup>	19.6	23.1	5.05
10.	NS-525	22.3±1.2 <sup>def</sup>	20.0	24.4	5.42
11.	NS-589	23.2±1.3 <sup>cde</sup>	21.0	25.8	5.50
12.	NS-593	25.7±1.7 <sup>ab</sup>	22.4	27.7	6.70
13.	J-110	22.2±1.7 <sup>def</sup>	20.1	25.1	7.50
14.	J-90	21.2±1.5 <sup>ef</sup>	18.0	23.7	7.18
15.	J-96	20.9±1.4 <sup>f</sup>	18.0	22.5	6.77
16.	J-82	21.8±1.3 <sup>def</sup>	20.2	24.0	6.17
17.	J-103	23.6±1.7 <sup>bcd</sup>	20.0	25.6	7.13
18.	J-176	26.1±1.4 <sup>a</sup>	24.3	28.8	5.28
19.	J-81	22.9±1.5 <sup>cdef</sup>	20.4	25.2	6.49
20.	J-104	22.6±2.1 <sup>cdef</sup>	18.4	25.9	9.49
Opšti prosek		22.9			8.62

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

Na grafikonu 5. možemo videti da je se od ispitivanih sredina Kragujevac u 2010. godini razlikovao značajno od ostalih sredina po vrednosti interkvartilne razlike. Dve sredine su imale tri genotipa sa ekstremnim vrednostima od kojih je posebno značajna u Zemun Polju 2009. godine (linija J-176 sa brojem zrna 28.1) što pokazuje potencijal i genotipova dvoredog ječma u povećanju broja zrna po klasu. Sorta NS-565 je imala ekstremno nizak broj u odnosu na ostale genotipove u Zaječaru 2010. godine (17.7) što je ujedno i najmanja vrednost za sve ispitivane sredine.

Informacionim kriterijumom (AIC) izabran je mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina (prilog 4) za objašnjenje varijacije. Uticaj genotipa i interakcije je pokazao visoku značajnost ( $P < 0.01$ ), dok uticaj ispitivane spoljašnje sredine nije imao značaja ( $P > 0.05$ ) za ukupnu varijaciju broja zrna po klasu dvoredog ječma (tab. 15).



Grafikon 5. Box-plot za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

Tabela 15. Mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	9.90	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			P
	Komp. var.	±st. greška	Z	
Sredina (E)	1.495±0.981		1.52	0.0637
Interakcija (G×E)	1.030±0.154		6.67	<0.0001
Rezidual $\sigma^2$	0.135±0.010		13.08	<0.0001

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

Najmanji broj zrna po klasu kod višeredog ječma (tab. 16) za sve ispitivane lokalitete i godine imala je sorta Leotar (35.1), a najveći Ozren (48.9). Sorta Ozren nema značajnu razliku

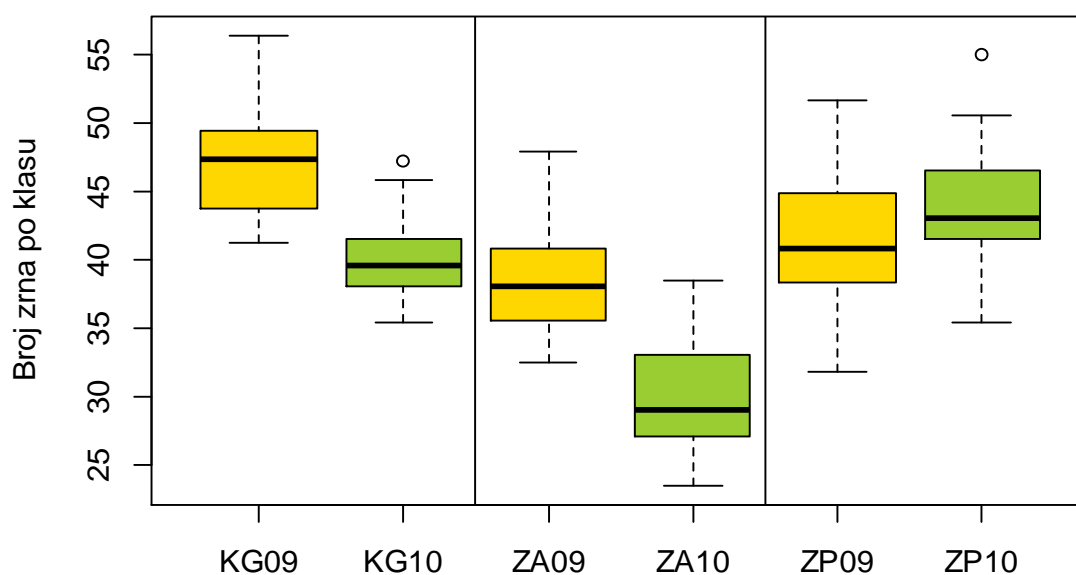
broja zrna po klasu samo u odnosu na sorte Grand i Atlas dok se Leotar u odnosu na većinu genotipova ne razlikuje značajno. Prosečna vrednost za sve ispitivane sorte i linije iznosila je 40.2 što je *t*-testom utvrđeno kao visoko značajna razlika u odnosu na broj zrna dvoredog (prilog 3). Ispitivane sorte su imale nesignifikantno veći broj zrna (41.1) u odnosu na prosečnu vrednost linija (39.2; prilog 16). Prosečno za obe godine istraživanja (prilog 8), u Zaječaru je bio najmanji prosek svih ispitivanih genotipova (34.3), a najveći u Kragujevcu (43.7). Kao i kod dvoredog, 2009. godina je imala veći prosečan broj zrna po klasu (42.5) u odnosu na 2010. godinu (38.0). Najmanji prosek ispitivanih genotipova bio je u Zaječaru 2010.godine (29.9), a najveći u Kragujevcu 2009. godine (47.2). Koeficijent varijacije na nivou osobine kod višeredih (17.29%) je značajno veći u odnosu na dvorede (tab. 16). Od genotipova najmanje je varirao Grand (9.87%), a najviše linija J-21 (18.95%).

Tabela 16. Broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Grand	47.2±4.65 <sup>ab*</sup>	37.5	53.8	9.87
2.	NS-313	37.8±4.86 <sup>cdef</sup>	28.8	45.8	12.83
3.	Ozren	48.9±6.06 <sup>a</sup>	36.8	55.7	12.39
4.	Somborac	36.8±7.95 <sup>def</sup>	22.4	49.5	21.60
5.	Sremac	36.4±5.36 <sup>ef</sup>	27.7	44.4	14.70
6.	Atlas	46.7±7.70 <sup>ab</sup>	31.6	57.0	16.47
7.	Leotar	35.1±4.31 <sup>f</sup>	27.6	42.8	12.28
8.	NS-773	40.1±4.44 <sup>cdef</sup>	32.9	48.3	11.08
9.	Nonius	39.6±7.32 <sup>cdef</sup>	25.5	49.1	18.50
10.	NS-737	42.0±7.09 <sup>bcd</sup>	29.1	50.0	16.89
11.	Javor	41.8±6.84 <sup>bcd</sup>	27.5	48.8	16.35
12.	J-26	38.2±4.78 <sup>cdef</sup>	27.9	43.7	12.52
13.	J-32	39.9±4.31 <sup>cdef</sup>	34.5	47.3	10.81
14.	J-24	40.2±4.83 <sup>cdef</sup>	33.4	48.9	12.01
15.	J-9	39.5±5.62 <sup>cdef</sup>	27.8	46.8	14.22
16.	J-33	39.3±4.99 <sup>cdef</sup>	28.9	45.0	12.69
17.	J-27	36.4±5.98 <sup>ef</sup>	23.7	42.5	16.43
18.	J-29	36.7±6.29 <sup>def</sup>	23.6	42.8	17.13
19.	J-16	43.2±7.12 <sup>bc</sup>	30.0	53.1	16.47
20.	J-21	39.2±7.43 <sup>cdef</sup>	24.7	47.8	18.95
Opšti prosek		40.2			17.29

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

Značajnije variranje višeredog ječma možemo videti i iz grafikona 6. na osnovu intervala variranja i interkvartilne razlike po ispitivanim sredinama. Dužine klasova genotipova u Zaječaru 2010. godine značajno su odstupale od genotipova u ostalim sredinama. Zaječar i Kragujevac su imali značajnije razlike u broju zrna po klasu u prvoj u odnosu na drugu godinu ispitivanja, dok u Zemun Polju nije bio slučaj. U 2010. godini zapažaju se i dve ekstremne vrednosti u Zemun Polju i Kragujevcu. Obe je ostvarila sorta Ozren.



Grafikon 6. Box-plot za broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

Kao i kod dvoredog, za objašnjenje varijacije za broj zrna po klasu višeredog ječma korišćen je mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina (tab. 17). Efekti genotipa i interakcije sa spoljašnjom sredinom imali su visoko značajan uticaj na varijacije ( $P < 0.01$ ) dok uticaj sredina u kojima su genotipovi ispitivani nije bio značajan ( $P > 0.05$ ). Vrednost Akaikeovog informacionog kriterijuma za model sa homogenim varijansama je iznosila 1391.8 (prilog 4).

Tabela 17. Mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina za broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	12.66	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	34.474±22.025	1.57	0.0588	
Interakcija (G×E)	6.708 ±0.987	6.80	<.0001	
Rezidual $\sigma^2$	0.368±0.028	13.08	<.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

#### 6.1.4. Masa 1000 zrna

Prosečna masa 1000 zrna svih ispitivanih genotipova dvoredog ječma iznosila je 50.3 g. Najmanju masu 1000 zrna za sve ispitivane lokalitete i godine imala je sorta Jagodinac (44.6 g), a najveću linija J-103 (53.7 g). Prosečne vrednosti svih ispitivanih genotipova kao i značajnost razlika između genotipova prikazana je u tabeli 18. Sorta Jagodinac koja je imala najmanju vrednost mase 1000 zrna značajno se razlikovala u odnosu na sve ostale genotipove izuzev sorte NS-593. Prosečna vrednost date osobine kod ispitivanih linija (51.5 g) značajno je veća u poređenju sa sortama (49.5; prilog 15). Kragujevac je imao najmanju prosečnu vrednost za lokalitete (49.4 g), a najveću Zaječar (51.6 g). U 2010. godini prosečna masa 1000 zrna svih genotipova iznosila je 47.6, a u 2009. godini 53.0 g. Od ispitivanih sredina najmanja masa zrna ostvarena u Zemun Polju 2010. godine (45.6 g), a najveća na istom lokalitetu u prvoj godini ispitivanja (54.3 g; prilog 9).

Variranje mase 1000 zrna svih genotipova kod dvoredog ječma, izraženo koeficijentom varijacije (CV) iznosilo je 7.87% (tab. 18). Od genotipova najmanju vrednost koeficijenta imala je linija J-103 (4.11%), a najveću linija J-104 (11.64%). Intervali variranja, interkvartilne razlike, medijane i ekstremne vrednosti genotipova po ispitivanim sredinama prikazani su na grafikonu 7. Uočava se da je na sva tri lokaliteta masa 1000 zrna u prvoj godini značajno razlikuje od druge godine ispitivanja. Najmanje vrednosti intervala variranja bile su u obe vegetacione sezone u Zaječaru, a na ovom lokalitetu bilo je i najviše genotipova sa ekstremnih

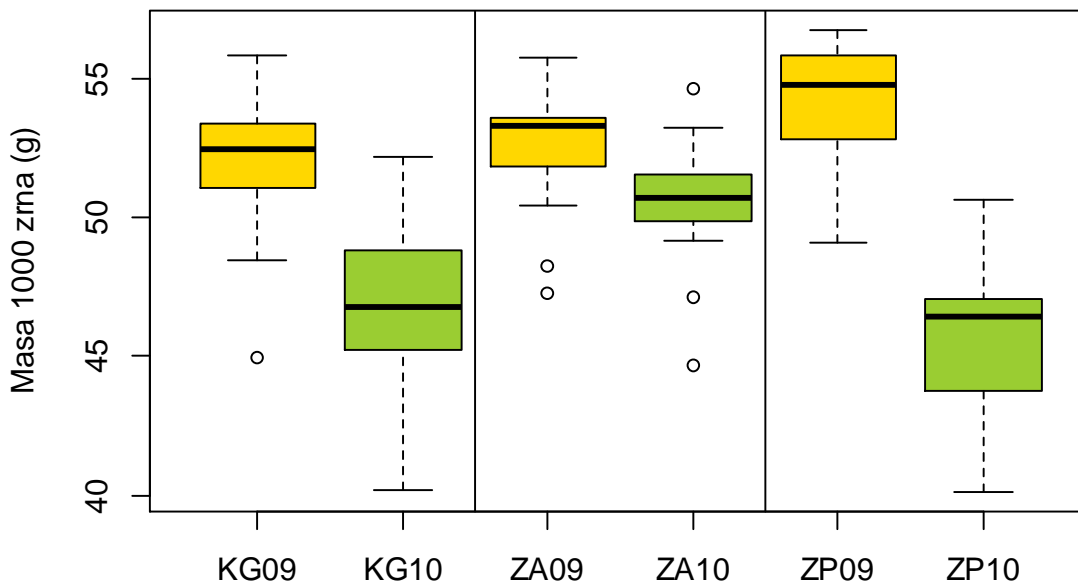
vrednostima. Sorte Jagodinac i NS-593 su imale ekstremno niske vrednosti mase 1000 zrna u odnosu na ostale genotipove na lokalitetu Zaječar u obe godine istraživanja dok je Jagodinac i u Kragujevcu 2009. godine imao ekstremno niske vrednosti. Linija J-82 je u odnosu na ostale genotipove u Zaječaru 2010. imala značajno veću vrednost za ispitivanu osobinu.

Tabela 18. Masa 1000 zrna (g) genotipova dvoredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Jagodinac	44.6±3.2 <sup>f*</sup>	39.9	49.5	7.09
2.	Maksa	48.8±3.5 <sup>de</sup>	42.7	52.6	7.12
3.	Rekord	49.7±2.5 <sup>cd</sup>	45.3	52.6	5.02
4.	NS-587	51.6±3.5 <sup>abcd</sup>	46.1	55.8	6.73
5.	NS-293	51.5±3.2 <sup>abcd</sup>	46.8	57.3	6.13
6.	NS-595	49.7±3.5 <sup>cd</sup>	44.4	53.9	7.09
7.	NS-519	49.6±4.0 <sup>cd</sup>	42.4	54.9	8.14
8.	NS-565	51.8±3.6 <sup>abc</sup>	46.7	56.5	6.98
9.	NS-183	49.3±2.7 <sup>cde</sup>	44.1	53.0	5.55
10.	NS-525	50.4±3.8 <sup>bcd</sup>	43.3	56.5	7.57
11.	NS-589	50.9±4.1 <sup>abcd</sup>	44.0	55.8	8.00
12.	NS-593	46.5±3.1 <sup>ef</sup>	40.9	50.2	6.61
13.	J-110	50.9±4.1 <sup>abcd</sup>	44.1	56.8	8.00
14.	J-90	51.4±2.9 <sup>abcd</sup>	47.4	56.9	5.64
15.	J-96	51.5±3.3 <sup>abcd</sup>	46.8	56.0	6.52
16.	J-82	53.0±2.2 <sup>ab</sup>	49.4	56.1	4.24
17.	J-103	53.7±2.2 <sup>a</sup>	49.7	57.8	4.11
18.	J-176	50.9±3.4 <sup>abcd</sup>	45.5	56.6	6.64
19.	J-81	51.4±3.3 <sup>abcd</sup>	45.6	55.8	6.51
20.	J-104	49.0±5.7 <sup>cde</sup>	39.8	54.4	11.64
Opšti prosek		50.3			7.87

Akaikeovim informacionim kriterijumom (AIC) utvrđeno je da je za objašnjenje varijacije mase 1000 zrna najpogodniji mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina (prilog 4). Ovaj model ističe efekat genotipa i interakcije genotipa sa spoljašnjom sredinom kao visoko značajne faktore ( $P < 0.01$ ) za objašnjenje varijacije dok sredine u kojima je istraživanje obavljeno nisu ispoljile značajan efekat ( $P > 0.05$ ; tab. 19).





Grafikon 7. Box-plot za masu 1000 zrna genotipova dvoredog ječma

Tabela 19. Mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina za masu 1000 zrna genotipova dvoredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	12.79	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	11.624± 7.415	1.57	0.0585	
Interakcija (G×E)	1.940± 0.292	6.64	<0.0001	
Rezidual $\sigma_1^2$	0.449± 0.084	5.38	<0.0001	
Rezidual $\sigma_2^2$	0.224± 0.041	5.42	<0.0001	
Rezidual $\sigma_3^2$	0.305± 0.056	5.47	<0.0001	
Rezidual $\sigma_4^2$	0.323± 0.059	5.45	<0.0001	
Rezidual $\sigma_5^2$	0.243± 0.045	5.45	<0.0001	
Rezidual $\sigma_6^2$	0.180± 0.034	5.34	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

Višeredi ječam je imao prosečnu masu 1000 zrna 46.1 g što je u poređenju sa dvoredim ječmom primenom  $t$ -testa visoko značajna razlika (prilog 3). Sorta Grand je u odnosu na sve lokalitete i godine imala najmanje prosečne vrednosti (38.6 g), dok je sorta NS-313 imala

najveće (49.2 g). Ove vrednosti sorte NS-313 ukazuju da i višeredi genotipovi mogu imati visoku masu 1000 zrna. Sorta Grand je imala značajno niže vrednosti mase 1000 zrna u odnosu na sve ostale genotipove izuzev sorte Ozren (tab. 20). Ispitivane linije su u proseku bile sa većom masom 1000 zrna (46.4 g) u odnosu na sorte (45.8 g), ali razlika nije statistički značajna (prilog 16). Lokalitet Zemun Polje je za obe godine ispitivanja imao najmanje vrednosti mase 1000 zrna (44.9 g), a Zaječar najveće (47.7 g). Povoljniji uslovi u 2009. godini, usloveli su i veću masu zrna (48.8 g) u odnosu na 2010. godinu (43.4 g). Kao i kod dvoredih, genotipovi ispitivani u Zemun Polju 2010. godine su imali najmanju vrednost u istraživanjima (40.0 g), a najveću u Zemun Polju u 2009. godini (49.9 g).

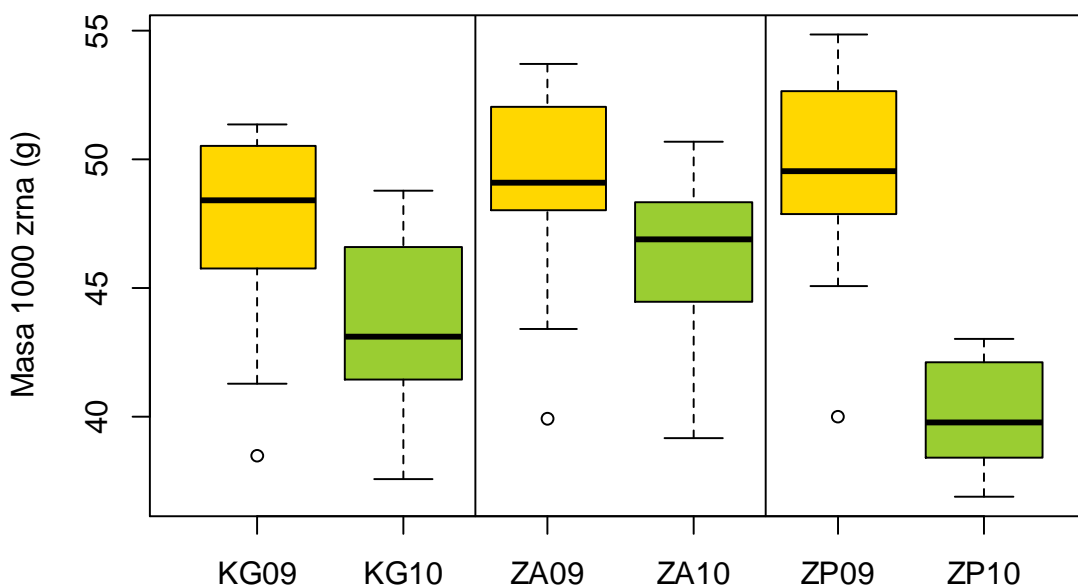
Tabela 20. Masa 1000 zrna (g) genotipova višeredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Grand	38.6±1.3 <sup>†*</sup>	36.5	40.8	3.31
2.	NS-313	49.2±3.5 <sup>a</sup>	42.6	53.8	7.16
3.	Ozren	42.2±2.5 <sup>def</sup>	37.7	46.0	5.83
4.	Somborac	47.5±2.9 <sup>abc</sup>	41.9	51.9	6.19
5.	Sremac	46.5±3.2 <sup>abc</sup>	39.4	49.8	6.82
6.	Atlas	41.6±2.6 <sup>ef</sup>	36.4	45.8	6.16
7.	Leotar	48.0±3.1 <sup>abc</sup>	41.2	51.7	6.53
8.	NS-773	47.0±3.5 <sup>abc</sup>	39.3	50.9	7.48
9.	Nonius	47.7±4.3 <sup>abc</sup>	39.3	53.3	8.98
10.	NS-737	48.2±4.2 <sup>abc</sup>	41.8	55.0	8.77
11.	Javor	47.7±4.5 <sup>abc</sup>	41.1	53.4	9.41
12.	J-26	44.3±3.5 <sup>cde</sup>	38.2	50.1	7.95
13.	J-32	45.3±3.2 <sup>abcde</sup>	38.6	48.8	7.12
14.	J-24	47.7±3.9 <sup>abc</sup>	41.7	52.7	8.27
15.	J-9	45.1±3.8 <sup>bcde</sup>	38.7	50.1	8.49
16.	J-33	45.3±3.9 <sup>abcde</sup>	38.2	50.0	8.51
17.	J-27	48.9±5.3 <sup>ab</sup>	40.0	55.4	10.84
18.	J-29	46.7±5.5 <sup>abc</sup>	37.5	52.8	11.82
19.	J-16	45.6±5.2 <sup>abcd</sup>	37.2	53.0	11.47
20.	J-21	48.7±4.6 <sup>ab</sup>	41.8	54.6	9.42
Opšti prosek		46.1			10.02

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

Od ispitivanih genotipova višeredog ječma najmanji koeficijent varijacije je imala sorta Grand (3.31%), a najveći linija J-29 (11.82%; tab.20). Ova osobina je u proseku više varirala kod višeredog (10.02%) u odnosu na dvoredi ječam (7.87%).

Veće variranje višeredih genotipova je utvrđeno i po sredinama u kojima su genotipovi ispitivani na osnovu vrednosti interkvartilne razlike (graf. 8). Od ispitivanih lokaliteta u odnosu na godinu ispitivanja razlike zapažamo samo u Zemun Polju. Razlog tome je veliko poleganje useva u drugoj godini ispitivanja koji je značajno smanjio masu 1000 zrna kod višeredog ječma. Na sva tri lokaliteta u 2009. godini imamo sortu Grand sa ekstremno niskim vrednostima ove osobine.



Grafikon 8. Box-plot za masu 1000 zrna genotipova višeredog ječma

Vrednost Akaikeovog informacionog kriterijuma (AIC) za model sa homogenim varijansama greški sredina je iznosila 1203.3 tako da je ovim mešovitim modelom objašnjena varijacija mase 1000 zrna kod višeredih genotipova (prilog 4). Utvrđeno je kao i kod dvoredih da je visoko značajan ( $P < 0.01$ ) uticaj genotipa i interakcije na ukupnu varijaciju dok uticaj sredine nije pokazao značajnost ( $P > 0.05$ ; tab. 21).

Tabela 21. Mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina za masu 1000 zrna genotipova višeredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	12.10	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	13.297±8.526	1.56	0.0594	
Interakcija (G×E)	3.562±0.527	6.76	<0.0001	
Rezidual $\sigma^2$	0.268±0.020	13.08	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

### 6.1.5. Hektolitarska masa

Najmanju hektolitarsku masu zrna kod dvoredog ječma za sve godine i lokalitete imala je linija J-81 (69.1 kg), a najveću sorta Rekord (72.1 kg). Prosečna vrednost svih genotipova iznosila je 70.4 kg. Na osnovu testa višestrukog poređenja uočavamo da između genotipova (osim J-81 i Rekorda) nije bilo značajnih razlika (tab. 22). Lokalitet Kragujevac tokom dve godine ispitivanja (prilog 11) imao je najmanje vrednosti genotipova (68.5 kg), a najveće Zaječar (73.8 kg). Prosečna vrednost za hektolitar ispitivanih sorti iznosila je 70.8 kg, a linija 69.9 kg što je *t*-testom utvrđeno kao značajna razlika (prilog 15). U 2010. godini bili su nepovoljniji uslovi za nalivanje zrna i prosečna hektolitarska masa iznosila je 68.3 kg, dok je u 2009. godini bila veća (72.4 kg). U interakciji godine i lokaliteta najmanja hektolitarska masa bila u Zemun Polju 2010. godine (64.5 kg), a najveća u Zaječaru 2009. godine (74.6 kg).

Koeficijent varijacije za hektolitarsku masu je iznosio 5.46%. Od svih ispitivanih osobina dvoredog ječma u ovom istraživanju najmanje je varirala. Sorta NS-587 imala najmanju vrednost ovog koeficijenta (4.19%), dok je linija J-104 imala je najveću vrednost (6.61%; tab. 22).

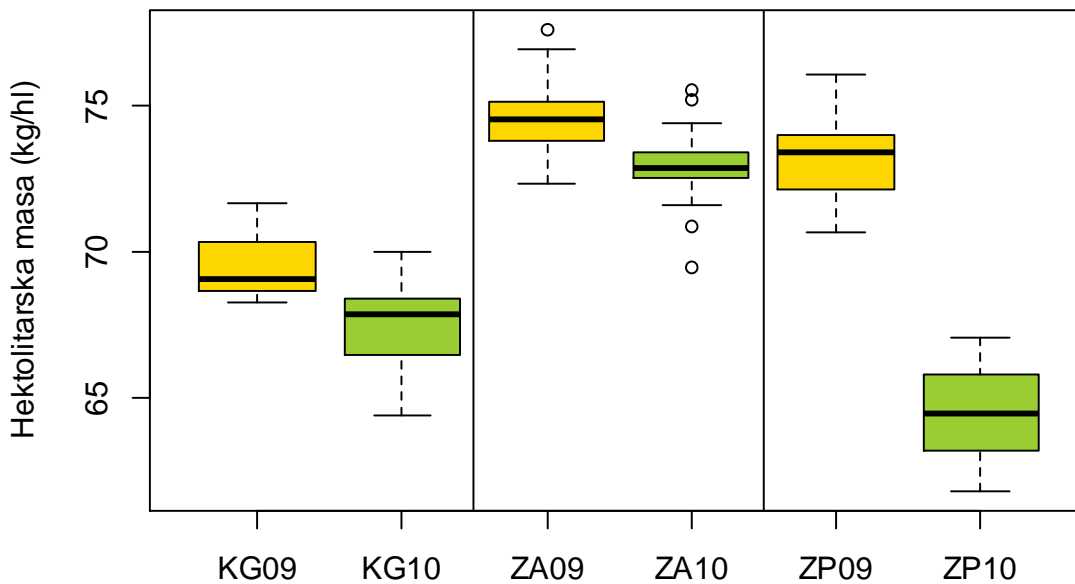
Tabela 22. Hektolitarska masa (kg/hl) genotipova dvoredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Jagodinac	71.2±3.2 <sup>ab*</sup>	66.1	76.6	4.47
2.	Maksa	71.2±3.3 <sup>ab</sup>	65.6	75.0	4.59
3.	Rekord	72.1±4.0 <sup>a</sup>	65.9	77.1	5.61
4.	NS-587	70.4±2.9 <sup>ab</sup>	66.5	75.7	4.19
5.	NS-293	71.6±3.7 <sup>ab</sup>	65.3	75.9	5.23
6.	NS-595	70.3±3.6 <sup>ab</sup>	63.9	75.1	5.06
7.	NS-519	69.8±4.4 <sup>ab</sup>	61.6	75.9	6.30
8.	NS-565	70.0±4.1 <sup>ab</sup>	64.9	77.9	5.89
9.	NS-183	71.2±3.6 <sup>ab</sup>	65.0	76.2	5.03
10.	NS-525	69.9±4.2 <sup>ab</sup>	62.3	75.3	5.95
11.	NS-589	70.4±4.2 <sup>ab</sup>	62.6	76.0	5.90
12.	NS-593	70.9±4.3 <sup>ab</sup>	63.3	76.9	6.11
13.	J-110	69.8±3.5 <sup>ab</sup>	62.8	74.1	5.03
14.	J-90	69.5±4.1 <sup>ab</sup>	63.5	74.9	5.85
15.	J-96	69.9±3.4 <sup>ab</sup>	63.9	74.0	4.80
16.	J-82	70.5±3.5 <sup>ab</sup>	64.2	74.5	4.97
17.	J-103	69.6±4.4 <sup>ab</sup>	61.4	74.5	6.29
18.	J-176	70.6±3.6 <sup>ab</sup>	63.3	75.0	5.17
19.	J-81	69.1±3.8 <sup>b</sup>	62.3	73.4	5.50
20.	J-104	69.8±4.6 <sup>ab</sup>	62.5	75.2	6.61
Opšti prosek		70.4			5.46

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

Na box-plotu (graf. 9) zapažaju se male vrednosti interkvartilne razlike za obe godine ispitivanja u Zaječaru. Sva tri lokaliteta se razlikuju u zavisnosti od godine ispitivanja. Posebno se odnosi na Zemun Polje gde su u drugoj godini genotipovi imali značajno manju hektolitarsku masu u poređenju sa ostalim sredinama. U Zaječaru je u 2009. godini bila najveća vrednost ove osobine i razlikovala se od ostalih. Genotip NS-565 imao je ekstremnu vrednost (77.6 kg) u ovoj sredini dok su na istom lokalitetu u drugoj godini četiri genotipa sa ekstremnim vrednostima (Jagodinac, Rekord, NS-565, J-110).

Na osnovu vrednost Akaikeovog informacionog kriterijuma (AIC), model sa heterogenim varijansama greški sredina je izabran za analizu varijacije hektolitarske mase kod dvoredog ječma (prilog 4). Fiksni efekat genotipa i slučajni efekat interakcije pokazali su visoku značajnost ( $P < 0.01$ ) u objašnjenju varijacije, dok slučajni efekat sredine nije imao značaja ( $P > 0.05$ ; tab. 23).



Grafikon 9. Box-plot za hektolitarsku masu genotipova dvoredog ječma

Tabela 23. Mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina za hektolitarsku masu genotipova dvoredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	94.9	2.32	0.0040
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	15.145±9.633	1.57	0.0580	
Interakcija (G×E)	1.444±0.221	6.54	<0.0001	
Rezidual $\sigma_1^2$	0.229±0.044	5.75	<0.0001	
Rezidual $\sigma_2^2$	0.238±0.044	6.00	<0.0001	
Rezidual $\sigma_3^2$	0.289±0.054	5.80	<0.0001	
Rezidual $\sigma_4^2$	0.528±0.099	5.30	<0.0001	
Rezidual $\sigma_5^2$	0.270±0.050	5.40	<0.0001	
Rezidual $\sigma_6^2$	0.359±0.066	5.14	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

Kod višeredog ječma (tab. 24) sorta Leotar je imala najmanje prosečne vrednosti hektolitarske mase (65.4 kg) dok je linija J-16 imala najveće (69.1 kg). Kod višeredog ječma nije bilo značajnih razlika između ispitivanih genotipova (izuzev linije J-16 u odnosu

na sorte Leotar i NS-773). Prosečna vrednost za sve sorte i linije iznosila je 67.6 kg što je visoko značajno manje u poređenju sa dvoredim (prilog 3). Linije u proseku (67.9 kg ) nisu imale znacajno veći hektolitar u odnosu na ispitivane sorte (67.4 kg; prilog 16). U Kragujevcu su ostvarene najmanje prosečne vrednosti za obe godine istraživanja svih višeredih genotipova (66.2 kg), a najveće u Zaječaru (69.9 kg). U 2010. godini prosečna hektolitarska masa zrna bila je 65.6 kg, a u 2009. godini 69.6 kg. Zemun Polje u drugoj godini ispitivanja je imao najmanje vrednosti hektolitara (63.3 kg), a najveće Zaječar u prvoj godini (71.7 kg; prilog 12).

Kao i kod dvoredih, višeredi genotipovi imaju takođe najmanje vrednosti koeficijenta varijacije hektolitarske mase u odnosu na ostale osobine. Vrednost koeficijenta je iznosila 4.93% i manja je u poređenju sa dvoredim. Linija J-24 je imala najmanju vrednost koeficijenta varijacije (3.47%), a najveću vrednost sorta Atlas (6.39%; tab 24).

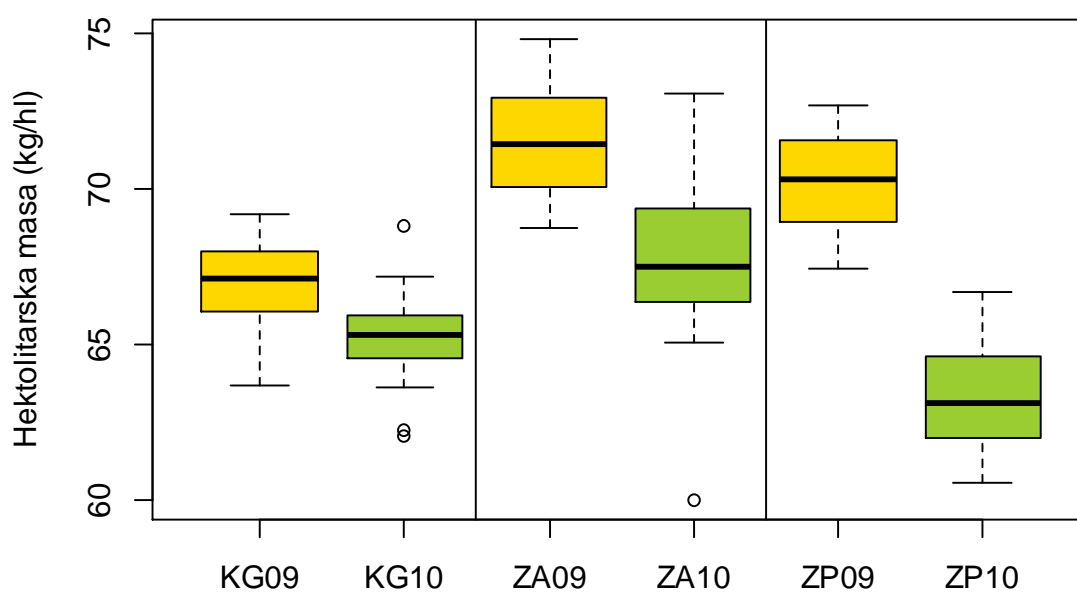
Tabela 24. Hektolitarska masa (kg/hl) genotipova višeredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Grand	67.2±3.2 <sup>ab*</sup>	61.1	72.1	4.73
2.	NS-313	67.0±2.6 <sup>ab</sup>	62.1	70.5	3.92
3.	Ozren	68.7±3.9 <sup>ab</sup>	62.8	75.5	5.75
4.	Somborac	68.7±3.1 <sup>ab</sup>	65.7	74.0	4.54
5.	Sremac	66.6±2.5 <sup>ab</sup>	63.9	71.0	3.81
6.	Atlas	67.3±4.3 <sup>ab</sup>	60.1	74.1	6.39
7.	Leotar	65.4±2.7 <sup>b</sup>	61.7	70.4	4.16
8.	NS-773	65.7±3.4 <sup>b</sup>	60.2	71.3	5.11
9.	Nonius	67.9±4.2 <sup>ab</sup>	60.2	74.8	6.22
10.	NS-737	68.0±3.8 <sup>ab</sup>	60.6	73.3	5.62
11.	Javor	68.6±2.9 <sup>ab</sup>	64.8	73.6	4.30
12.	J-26	68.2±2.8 <sup>ab</sup>	64.3	73.4	4.06
13.	J-32	68.1±3.1 <sup>ab</sup>	63.8	73.2	4.58
14.	J-24	67.4±2.3 <sup>ab</sup>	63.9	72.1	3.47
15.	J-9	67.4±3.5 <sup>ab</sup>	61.7	73.7	5.14
16.	J-33	67.9±2.9 <sup>ab</sup>	63.8	73.5	4.30
17.	J-27	68.2±2.7 <sup>ab</sup>	63.8	72.3	3.90
18.	J-29	68.0±4.1 <sup>ab</sup>	60.8	72.3	5.98
19.	J-16	69.1±3.2 <sup>a</sup>	62.7	73.9	4.68
20.	J-21	67.0±3.0 <sup>ab</sup>	61.9	71.7	4.46
Opšti prosek		67.6			4.93

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova

I pored manjeg koeficijenta varijacije na grafikonu 10. zapažamo veće vrednosti interkvartilne razlike po ispitivanim sredinama u poređenju sa dvoredim. Takođe na sva tri lokaliteta imamo značajnu razliku u odnosu na godinu ispitivanja. Genotipovi ispitivani u Zemun Polju 2010. godine su kao i kod dvoredih imali nižu vrednost hektolitara u odnosu na ostale sredine. Razlog tome je veliko poleganje koje je takođe uticalo na smanjenje i mase 1000 zrna. U Kragujevcu 2010. godine uočavamo i tri genotipa sa ekstremnim vrednostima. Linija J-16 je imala ekstremno veću vrednost hektolitara (68.8 kg) dok su Leotar sa 62.2 kg i J-29 sa 62.1 kg imali ekstremno niže vrednosti u odnosu na ostale genotipove.

Mešovitim modelom sa heterogenim varijansama greški sredina objašnjene su varijacije hektolitarske mase kod višeredog ječma (tab. 25). Utvrđena je visoka značajnost ( $P < 0.01$ ) ispitivanih genotipova i njihove interakcije sa spoljašnjim sredinama dok značajnost sredina nije utvrđena ( $P > 0.05$ ).



Grafikon 10. Box-plot za hektolitarsku masu genotipova višeredog ječma



Tabela 25. Mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina za hektolitarsku masu genotipova višeredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	94.8	2.22	0.0060
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var. ±st. greška	Z	P	
Sredina (E)	9.441±6.050	1.56	0.0593	
Interakcija (G×E)	2.386± 0.361	6.61	<0.0001	
Rezidual $\sigma_1^2$	0.405±0.074	5.49	<0.0001	
Rezidual $\sigma_2^2$	0.402±0.074	5.42	<0.0001	
Rezidual $\sigma_3^2$	0.434±0.086	5.03	<0.0001	
Rezidual $\sigma_4^2$	0.306±0.056	5.47	<0.0001	
Rezidual $\sigma_5^2$	0.3780±0.069	5.45	<0.0001	
Rezidual $\sigma_6^2$	0.423 ±0.079	5.37	<0.0001	

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

#### 6.1.6. Prinos zrna

Prosečan prinos zrna za sve ispitivane genotipove dvoredog ječma iznosio je 5.74 t/ha. Sorta sa najnižim prosečnim prinosom u svim godinama i lokalitetima ispitivanjima bila je Jagodinac (5.15 t/ha), a sorta NS-525 je bila sa najvišim prinosom (6.27 t/ha). Tukey-Kramerovim višestrukim poređenjem razlika uočeno je da najprinosnija sorta NS-525 imala značajno veći prinos samo u odnosu na tri sorte (Jagodinac, Rekord i NS-293), dok je u odnosu na najmanje prinosnu sortu Jagodinac samo četiri genotipa imalo značajno veće prinose (NS-525, NS-589, NS-593, J-176; tab. 26). Ispitivane linije su u proseku bile prinosnije (5.78 t/ha) u odnosu na sorte (5.72), ali *t*-testom nije utvrđena značajnost (prilog 15). Ispitivani genotipovi ostvarili su najmanje vrednosti prinosa za obe godine istraživanja u Kragujevcu (4.80 t/ha), a najveće u Zemun Polju (6.64 t/ha). Prva godina istraživanja bila je znatno povoljnija tako da su i prosečni prinosi bili veći (6.71 t/ha) u odnosu na drugu godinu (4.78 t/ha). Od ispitivanih sredina, sorte i linije u Kragujevcu 2010. godine ostvarile su najmanje prosečne vrednosti (4.32 t/ha) dok su najveće imali u Zemun Polju 2009. godine (8.05 t/ha; prilog 13).

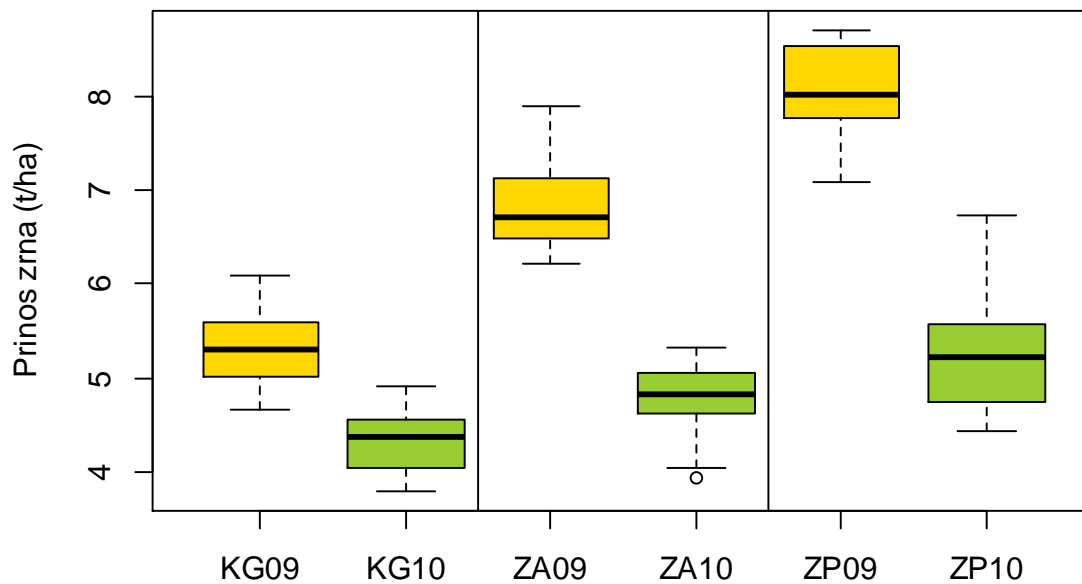
Prinos zrna je kod dvoredog ječma najviše varirao u poređenju sa ostalim osobinama. Koeficijent varijacije iznosio je 23.74% (tab. 26). Sorta NS-593 je imala najmanju vrednost ovog koeficijenta (19.39%), a najveću linija J-90 (30.02%).

Ostale mere varijacije, medijana kao i ekstremne vrednosti genotipova po ispitivanim sredinama prikazani su na grafikonu 11. U sva tri lokaliteta prva godina ispitivanja se značajno razlikuje od druge godine. Od ispitivanih sredina posebno se ističu Kragujevac u 2010. godini (po niskim prinosima genotipova) i Zemun Polje 2009. godine (po visokim prinosima). Jedini genotip sa ekstremnim vrednostima bila je sorta NS-565 (3.93 t/ha) u Zaječaru 2010. godine.

Tabela 26. Prinos zrna (t/ha) genotipova dvoredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Jagodinac	5.15±1.28 <sup>cd</sup>	3.69	7.29	24.83
2.	Maksa	5.68±1.50 <sup>abc</sup>	4.25	8.85	26.44
3.	Rekord	5.28±1.21 <sup>bc</sup>	4.01	7.55	22.87
4.	NS-587	5.44±1.22 <sup>abc</sup>	4.15	7.83	22.48
5.	NS-293	5.31±1.13 <sup>bc</sup>	3.90	7.36	21.22
6.	NS-595	5.90±1.40 <sup>abc</sup>	4.29	8.69	23.66
7.	NS-519	5.86±1.22 <sup>abc</sup>	4.53	7.84	20.88
8.	NS-565	5.89±1.38 <sup>abc</sup>	3.82	8.19	23.48
9.	NS-183	5.86±1.16 <sup>abc</sup>	4.39	7.70	19.81
10.	NS-525	6.27±1.39 <sup>a</sup>	4.50	8.10	22.17
11.	NS-589	5.98±1.20 <sup>ab</sup>	4.40	8.14	20.03
12.	NS-593	6.03±1.17 <sup>ab</sup>	4.34	7.93	19.39
13.	J-110	5.64±1.55 <sup>abc</sup>	3.73	8.38	27.46
14.	J-90	5.62±1.69 <sup>abc</sup>	3.87	8.64	30.02
15.	J-96	5.78±1.46 <sup>abc</sup>	3.78	8.09	25.21
16.	J-82	5.92±1.49 <sup>abc</sup>	4.43	8.71	25.24
17.	J-103	5.96±1.36 <sup>abc</sup>	4.52	8.51	22.87
18.	J-176	6.02±1.38 <sup>ab</sup>	4.60	8.77	22.89
19.	J-81	5.66±1.25 <sup>abc</sup>	4.13	8.06	22.07
20.	J-104	5.62±1.62 <sup>abc</sup>	3.72	8.65	28.82
Opšti prosek		5.74			23.74

\*Izvršena su Tukey-Kramer-ova višestruka poređenja razlika genotipova



Grafikon 11. Box-plot za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

Tabela 27. Mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95.1	3.13	0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			
	Komp. var.	±st. greška	Z	P
Sredina (E)	1.966±	1.248	1.57	0.0577
Interakcija (G×E)	0.153±	0.022	6.76	<0.0001
Rezidual $\sigma_1^2$	0.012±	0.002	5.30	<0.0001
Rezidual $\sigma_2^2$	0.007±	0.001	5.29	<0.0001
Rezidual $\sigma_3^2$	0.012±	0.002	5.37	<0.0001
Rezidual $\sigma_4^2$	0.015±	0.003	5.41	<0.0001
Rezidual $\sigma_5^2$	0.015±	0.003	5.38	<0.0001
Rezidual $\sigma_6^2$	0.012±	0.002	5.38	<0.0001

$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

Na bazi informacionog kriterijuma (AIC) za objašnjenje varijacije prinosa zrna dvoredog ječma favorizovan je mešoviti model sa heterogenim varijansama greški sredina (prilog 4). Efekat genotipa i interakcije sa spoljašnjom sredinom u kojima su ispitivanja

vršena je pokazao visoku značajnost ( $P < 0.01$ ) dok efekat sredine nije imao značaj ( $P > 0.05$ ) za ukupnu varijaciju prinosa zrna (tab. 27).

Sorta Somborac imala je najmanji prosečan prinos za sve godine i lokalitete (4.71 t/ha), a linija J-27 najveći (5.83 t/ha). Tukey-Kramerovim višestrukim poređenjem zapaža se da u odnosu na najmanje prinostnu sortu Somborac samo tri genotipa imaju značajno veće prinose (J-26, J-33, J-27) dok u odnosu na najprinosniji genotip J-27 sedam genotipova ima značajno niže prinose. Višeredi ječam ima prosečne vrednosti za prinos zrna svih ispitivanih genotipova 5.18 t/ha (tab. 28). Razlika u odnosu na dvoredi ječam primenom *t*-testa se pokazala značajno manjom (prilog 3). Značajnu razliku u prinosu su pokazale i ispitivane linije (prilog 16). Prosečna vrednost prinosa je iznosila 5.38 t/ha u poređenju sa sortama (5.02 t/ha). Razlika u odnosu na ranostasnost kod oba tipa ječma nije pokazala značajnost iako su ranostasni genotipovi imali veće prosečne prinose (prilog 17). Po lokalitetima, kao i kod dvoredog, genotipovi su ostvarili najmanje prosečne vrednosti u Kragujevcu (4.32 t/ha), a najveće u Zemun Polju (6.26 t/ha). U 2009. godini prosečan prinos je iznosio 6.16 t/ha, a u 2010. godini značajno manji (4.20 t/ha). Razlike su utvrđene i po ispitivanim sredinama tako da su genotipovi u Kragujevcu 2010. godine bili sa najmanjim prosečnim prinosom (4.08 t/ha), a genotipovi u Zemun Polju u 2009. godini bili najprinosniji (7.63 t/ha; prilog 14).

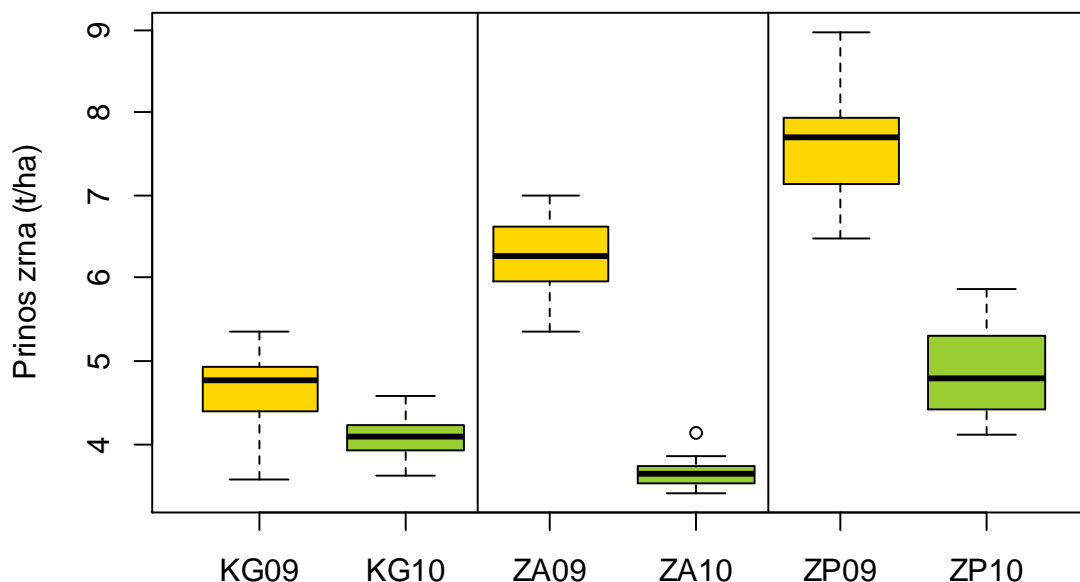
Višeredi genotipovi su imali veće koeficijente varijacije (27.88%) u odnosu na dvorede (23.74%). Najmanje je varirala sorta NS-313 (20.69%), a najviše Javor (32.61%), (tab. 28). Prinos zrna je i kod višeredog osobina koja je najviše varirala u odnosu na ostale ispitivane.

Na grafikonu 12. zapažaju se male vrednosti interkvartilne razlike u Kragujevcu i Zaječaru u 2010. godini. Takođe je u sva tri lokaliteta uočljiva razlika u odnosu na godinu ispitivanja. Genotipovi u Zaječaru 2010. su se značajno razlikovali od ostalih sredina po niskim prinosima, dok su se po visini prinosa isticali višeredi genotipovi ispitivani u Zemun Polju 2009. godine. Jedinu ekstremnu vrednost imala je sorta NS-593 u Zaječaru 2010. godine.

Tabela 28. Prinos zrna (t/ha) genotipova višeredog ječma

R.b.	Genotip	Prosek±st.dev.	Minimum	Maksimum	CV (%)
1.	Grand	5.16±1.60 <sup>abcd*</sup>	3.59	7.97	31.01
2.	NS-313	5.21±1.08 <sup>abcd</sup>	4.05	7.32	20.69
3.	Ozren	5.10±1.57 <sup>abcd</sup>	3.39	7.65	30.69
4.	Somborac	4.71±1.33 <sup>d</sup>	3.30	7.30	28.15
5.	Sremac	4.82±1.16 <sup>cd</sup>	3.39	6.58	24.07
6.	Atlas	5.23±1.56 <sup>abcd</sup>	3.37	7.96	29.81
7.	Leotar	4.98±1.00 <sup>bcd</sup>	3.33	6.54	20.08
8.	NS-773	5.06±1.37 <sup>abcd</sup>	3.72	7.66	27.03
9.	Nonius	4.93±1.27 <sup>bcd</sup>	3.40	7.20	25.72
10.	NS-737	4.99±1.60 <sup>bcd</sup>	3.28	7.93	32.12
11.	Javor	4.98±1.62 <sup>bcd</sup>	3.44	8.07	32.61
12.	J-26	5.57±1.71 <sup>abc</sup>	3.61	8.75	30.77
13.	J-32	4.97±1.33 <sup>bcd</sup>	3.68	7.61	26.74
14.	J-24	5.21±1.53 <sup>abcd</sup>	3.48	8.05	29.31
15.	J-9	5.31±1.31 <sup>abcd</sup>	3.62	7.80	24.74
16.	J-33	5.63±1.50 <sup>ab</sup>	3.60	8.18	26.62
17.	J-27	5.83±1.71 <sup>a</sup>	3.65	9.04	29.24
18.	J-29	5.43±1.48 <sup>abcd</sup>	3.53	7.98	27.33
19.	J-16	5.20±1.61 <sup>abcd</sup>	3.48	8.28	30.86
20.	J-21	5.26±1.34 <sup>abcd</sup>	3.73	7.23	25.42
Opšti prosek		5.18			27.88

\*Izvršena su Tukey-Kramer- ova višestruka poređenja razlika genotipova



Grafikon 12. Box-plot za prinos zrna genotipova višeredog ječma

Akaikeovim informacionim kriterijumom (AIC) odabran je mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina kao najpogodniji za objašnjenje varijacije prinosa zrna kod višeredih genotipova (prilog 4). Utvrđena je visoka značajnost ( $P < 0.01$ ) fiksnog efekta genotipa i slučajnog efekta interakcije u objašnjenju varijacije prinosa zrna kod višeredog ječma. Sa druge strane, slučajni efekat sredine nije imao značaja ( $P > 0.05$ ) za ukupnu varijaciju (tab. 29).

Tabela 29. Mešoviti model sa homogenim varijansama greški sredina za prinos zrna genotipova višeredog ječma

Izvor varijacije	Fiksni efekat			
	d.f. 1	d.f. 2	F	P
Genotip (G)	19	95	3.20	<0.0001
Izvor varijacije	Slučajni efekti			P
	Komp. var.	±st. greška	Z	
Sredina (E)	2.252	±1.429	1.58	0.0575
Interakcija (G×E)	0.143	±0.021	6.75	<0.0001
Rezidual $\sigma^2$	0.012	±0.001	13.08	<0.0001

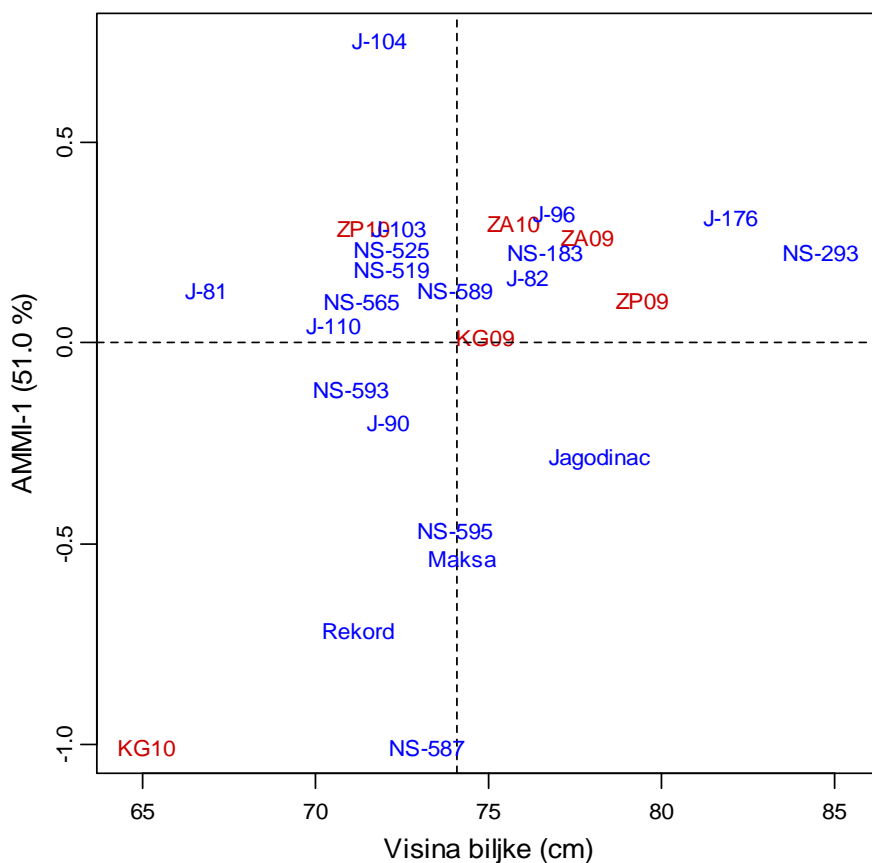
$P < 0.01$  – visoko značajno;  $P > 0.05$  nije značajno

## 6.2. AMMI MODEL

### (MODEL GLAVNIH EFEKATA I VIŠESTRUKI INTERAKCIJE)

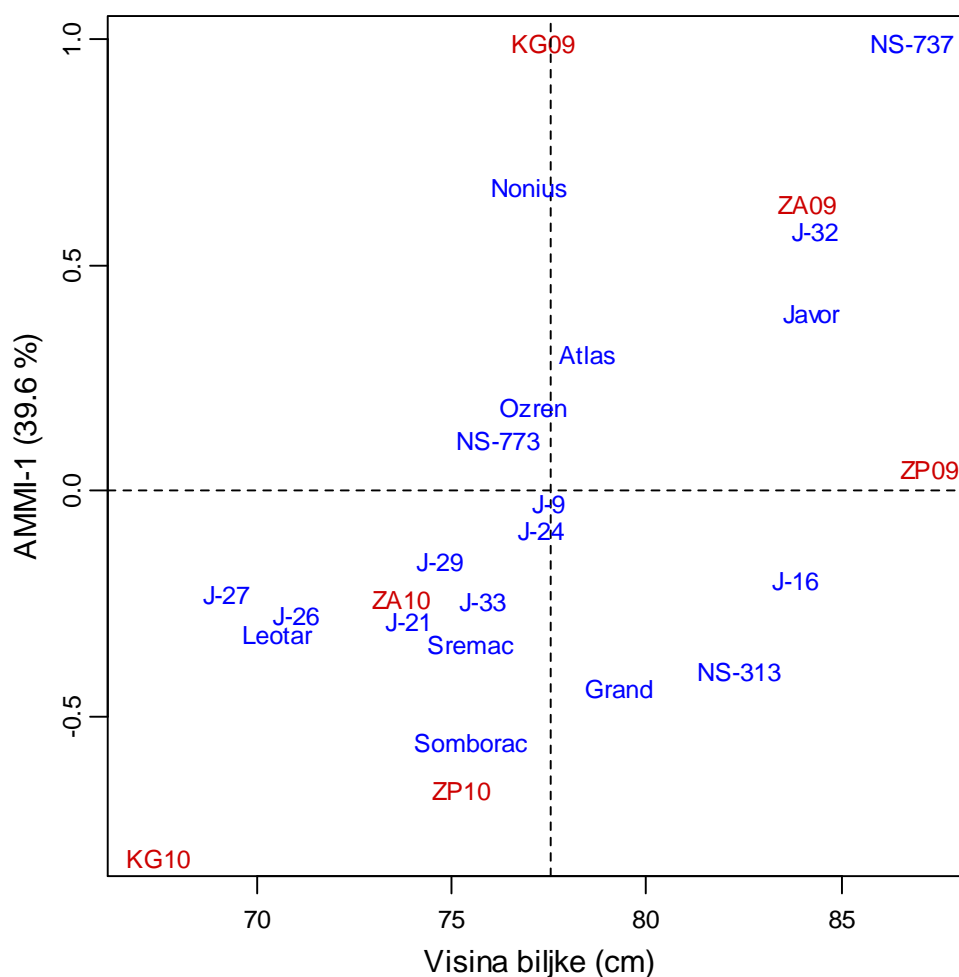
#### 6.2.1. Visina stabla

Na osnovu AMMI-1 biplota koji na slikovit način omogućava predstavljanje i razumevanje interakcije uočava se da je prvom interakcijskom komponentom AMMI-1 modela objašnjeno 51.0% varijacije interakcije genotipa i spoljašnje sredine za visinu stabla genotipova dvoredog ječma (graf. 13). Najmanje variranje genotipova je bilo u Kragujevcu 2009. godine, a najveće na istom lokalitetu 2010. godine koji je ujedno imao i najnižu prosečnu visinu. Ostale spoljašnje sredine su pokazale sličan interakcijski efekat s tim što je na lokalitetu Zemun Polje u 2009. postignuta najveća visina genotipova.



Grafikon 13. AMMI-1 biplot za visinu stabla genotipova dvoredog ječma

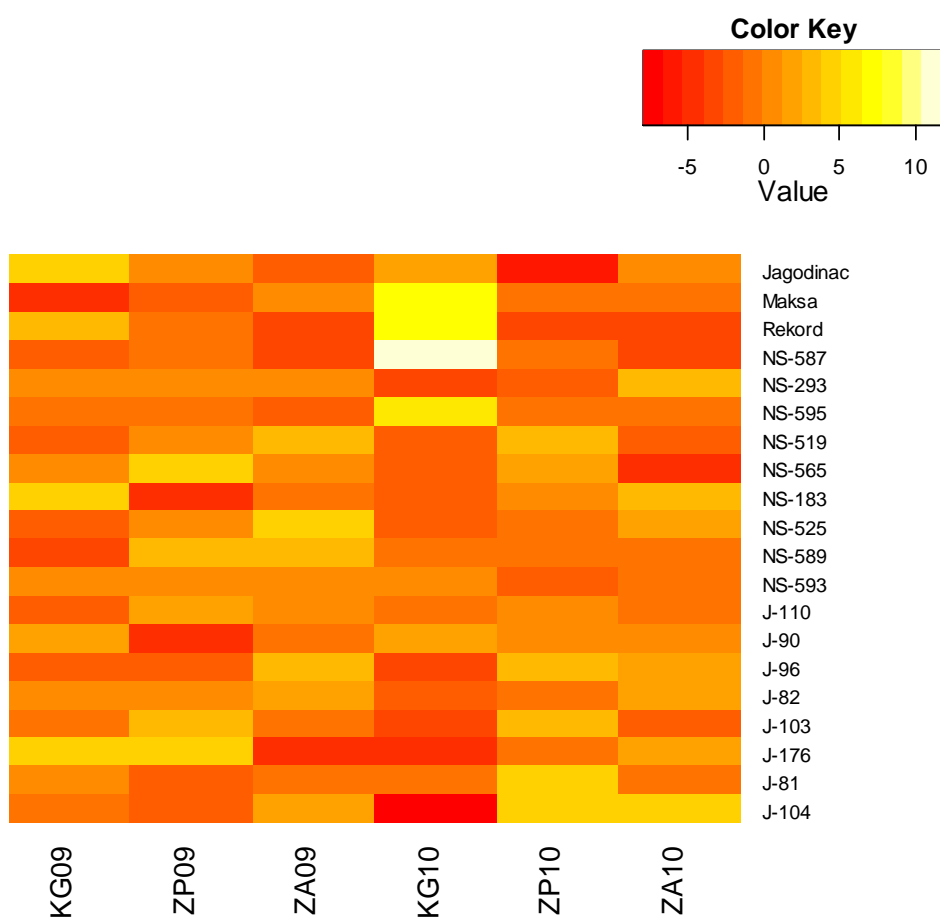
Nekoliko genotipova (J-110, J-81, NS-565, NS-589, NS-593) sa ispod prosečnom visinom stabla su imali najveću stabilnost. Genotipovi NS-587, J-104, Rekord, Maksa, NS-595 imali su najveće vrednosti interakcijskog efekta čime su pokazali nestabilnost visine stabla. Na osnovu vrednosti interakcijskih reziduala sa grafikona 15 uočavaju se značajne pozitivne interakcije genotipova NS-587, Maksa, NS-595 i Rekord sa Kragujevcem 2010. godine kao i sorte Jagodinac sa Kragujevcem 2009. godine i linije J-176 sa Zemun Poljem iste godine istraživanja. Važnije negativne interakcije ostvarili su genotipovi J-176 sa Zaječarom 2009. godine, Jagodinac sa Zemun Poljem i NS-565 sa Zaječarom 2010. godine.



Grafikon 14. AMMI-1 biplot za visinu stabla genotipova višeredog ječma



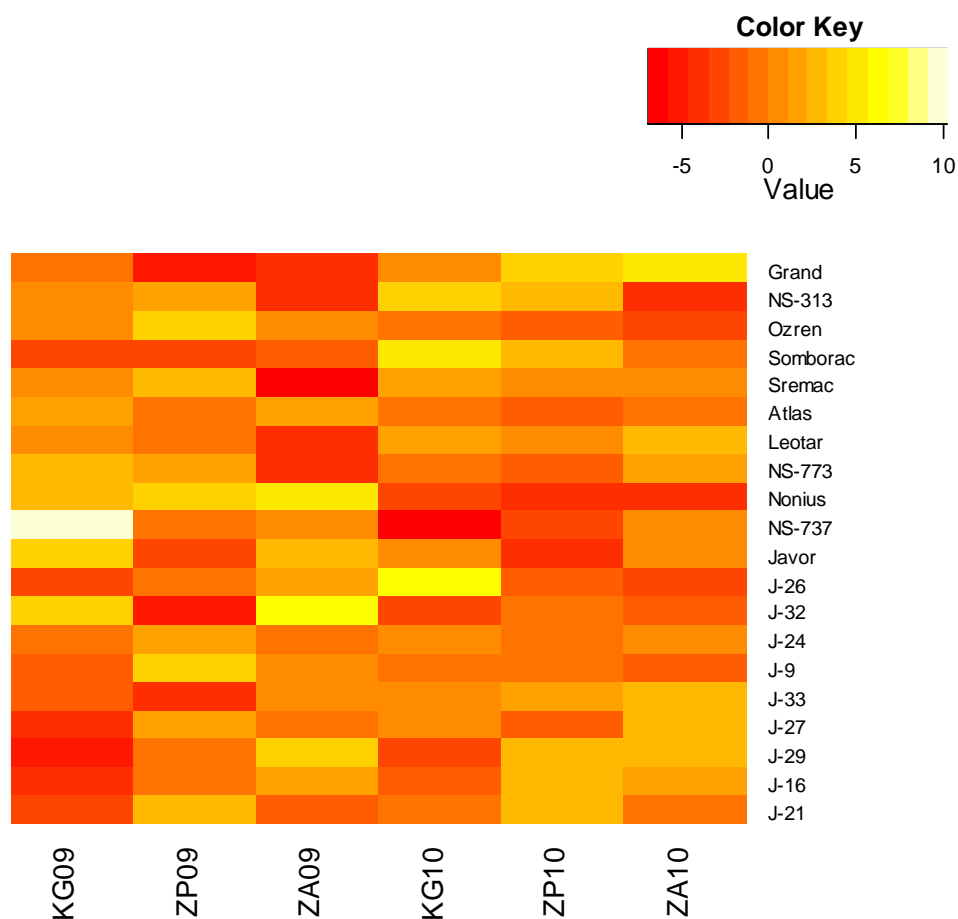
AMMI-1 model objašnjava 39.6% sume kvadrata interakcije genotipa i spoljašnje sredine kod višeredog ječma. Na AMMI-1 grafikonu (graf. 14) zapaža se velika razlika u glavnom efektu spoljašnjih sredina. Lokalitet Kragujevac u 2010. godini je pokazao najveću nestabilnost visine stabla, a ujedno i najnižu prosečnu vrednost za ovu osobinu kao i kod dvoredog. Genotipovi ispitivani u Zemun Polju u 2009. bili su najviši, a ujedno i najstabilniji. Za razliku od dvoredog ječma gde su genotipovi u Kragujevcu u 2009. pokazali najveću stabilnost, kod višeredog su pokazali značajan doprinos ukupnoj interakciji.



Grafikon 15. Interakcijski reziduali za visinu stabla genotipova dvoredog ječma

Linije prosečne vrednosti za visinu J-9 i J-24 kao i genotipovi Ozren, NS-773 i J-29 sa ispod prosečnom visinom stabla imale su najmanje variranje ove osobine jer su bile

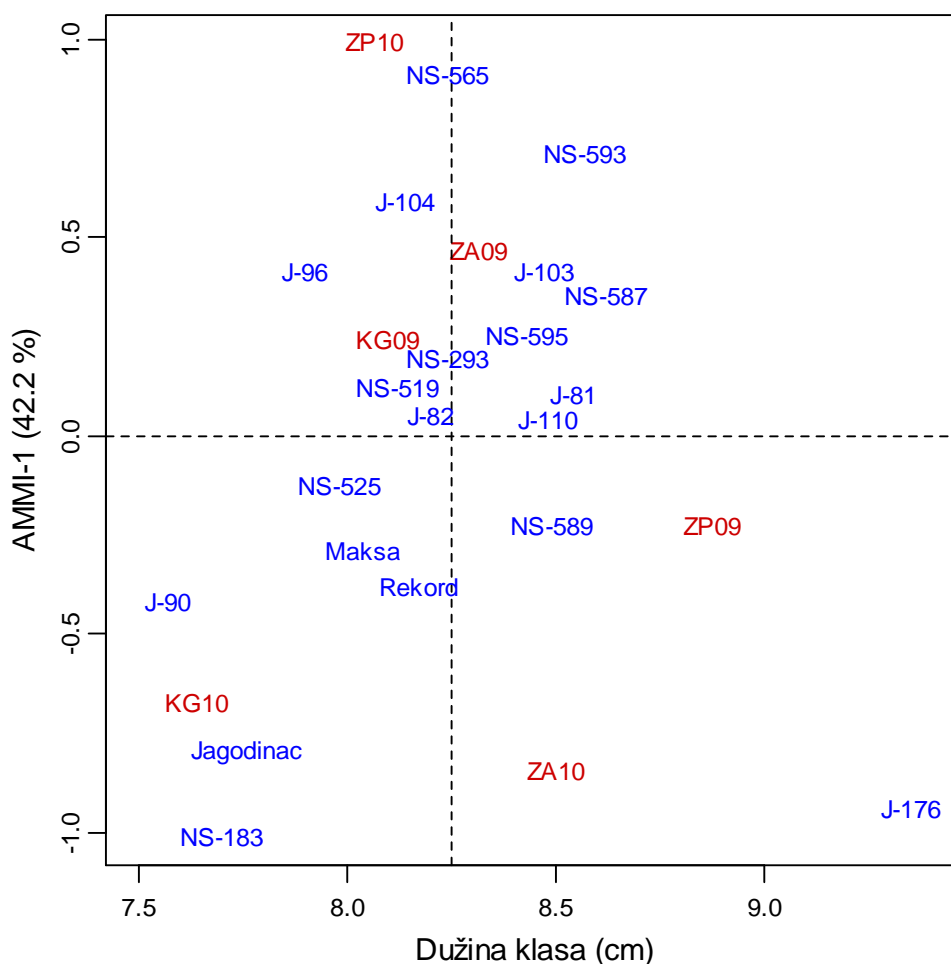
najbliže liniji stabilnosti dok je sorta NS-737 bila najprinosnija i ujedno najnestabilnija. Generalno posmatrano, višeredi ječam je bio znatno nestabilniji kada je u pitanju visina stabla. Prva i druga godina istraživanja imale su različite efekte na ispitivane genotipove jer su predznaci interakcijske komponente u prvoj sezoni bili pozitivni, a u drugoj negativni. Sorta NS-737 je na osnovu reziduala (graf. 16) ostvarila značajnu pozitivnu interakciju sa Kragujevcem 2009. godine. Može se još istaći i dobra prilagodljivost linije J-32 na uslove uspevanja u Zaječaru 2009. godine. Od većeg broja negativnih interakcija mogu se izdvojiti onu koju su ostvarile sorte NS-737 sa Kragujevcem 2010. godine i Sremac sa Zaječarom 2009. godine. Sorte Grand i Somborac imale su negativnu interakciju sa svim lokalitetima 2009. godine.



Grafikon 16. Interakcijski reziduali za visinu stabla genotipova višeredog ječma

### 6.2.2. Dužina klasa

Iz grafičkog prikaza interakcije dvoredog ječma za dužnu klasa pomoću AMMI-1 biplot grafikona uočava se da je prvom glavnom komponentom objašnjeno 42.2% sume interakcije genotipa i spoljašnje sredine (graf. 17). Izrazita je nestabilnost iznad prosečnih genotipova (J-176, NS-565, NS-593) kao i onih koji su ostvarili dužine klasova ispod opšteg proseka (J-90, Jagodinac, NS-183). Veći broj genotipova (J-82, J-81, NS-519, NS-525, J-110) različitih dužina klasa je pokazao mali doprinos interakciji u sredinama u kojima je ispitivan. Linija J-176 imala je najveće prosečne vrednosti dužine klasa i na



Grafikon 17. AMMI-1 biplot za dužinu klasa genotipova dvoredog ječma

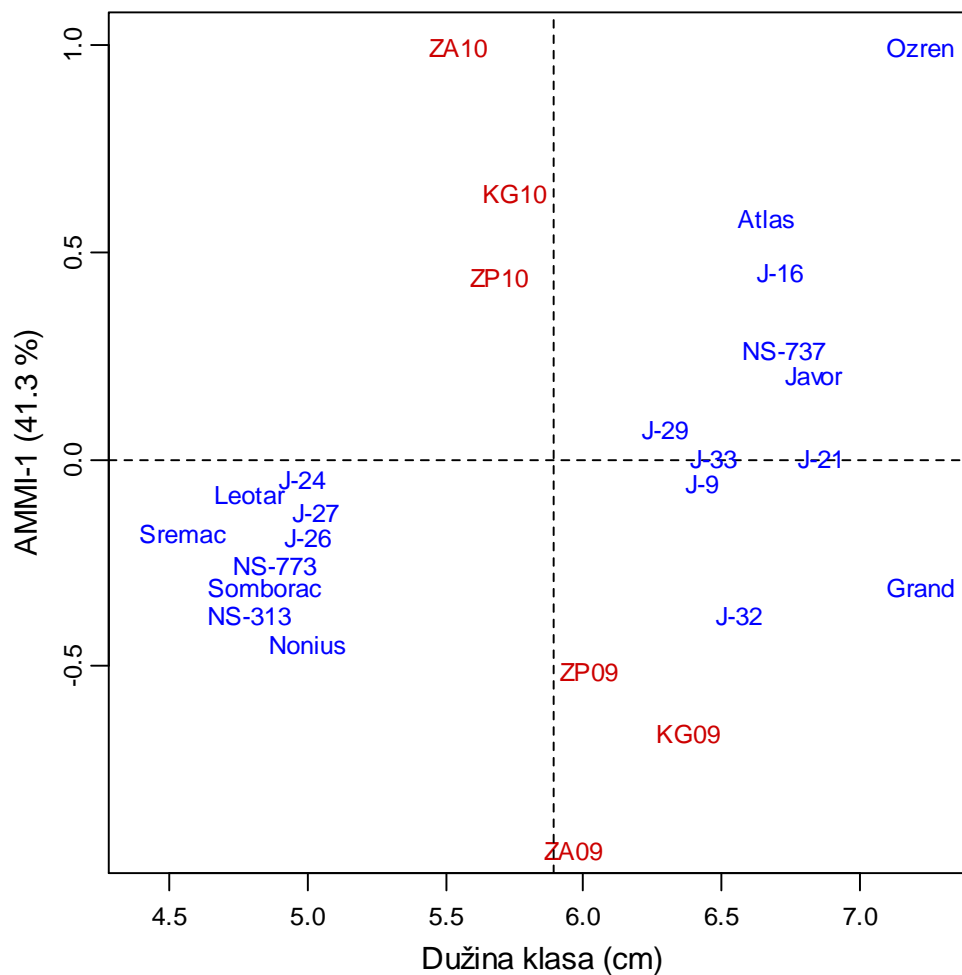
osnovu vrednosti reziduala (graf. 19) ostvarila je značajnu pozitivnu interakciju sa Zaječarom 2010. Godine, dok je sa Kragujevcem prve godine istraživanja imala negativnu. Genotipovi J-90, Jagodinac i NS-183 pored najnižih vrednosti ove osobine pokazali su i značajan interakcijski efekat.

Ispitivani lokaliteti u 2010. godini su pokazali izrazitu nestabilnost, a to se posebno odnosi na Zemun Polje koje je imalo značajnu negativnu interakciju sa sortom Jagodinac. Isti lokalitet u prvoj godini istraživanja pokazao je značajniju stabilnost i najveće prosečne dužine klasova. Visoke vrednosti interakcijskog reziduala sa NS-519 su pokazali dobru prilagodljivost date sorte na uslove u toj sredini. Prosečna dužina klasova ispitivanih genotipova bila je najniža u Kragujevcu 2010. godine gde je negativna interakcija ostvarena sa linijom J-104. Važnije pozitivne interakcije imale su sorte NS-593 sa Zaječarom 2009. godine i NS-183 sa istim lokalitetom 2010. godine sa kojim je genotip NS-565 ispoljio značajnu negativnu interakciju.

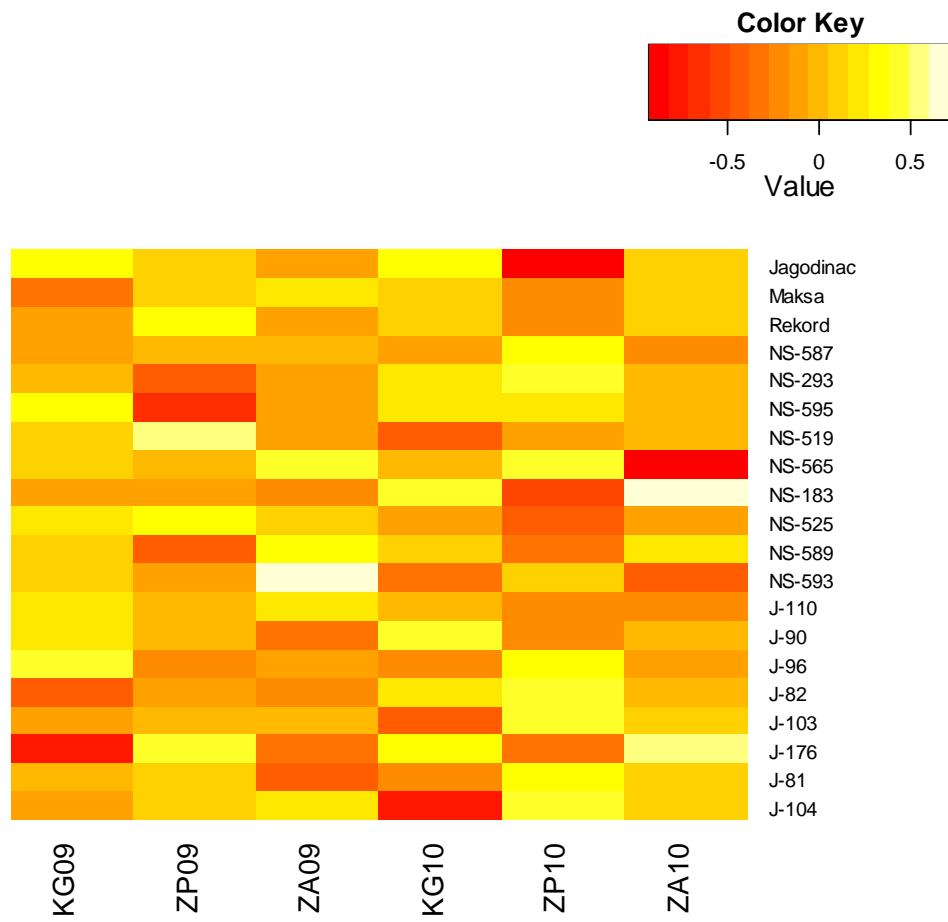
AMMI-1 modelom uočavamo da je prvom interakcijskom komponentom objašnjeno 41.3% sume kvadrata interakcije kod višeredog ječma za dužinu klasa. Na AMMI-1 biplotu (graf. 18) uočavamo veliku razliku u glavnom efektu genotipa i formirane dve grupe. U prvoj grupi su sorte i linije sa prosečnom dužinom klasa iznad proseka sa nekoliko stabilnih linija (J-29, J-33, J-9, J-21) i dve sorte najdužih klasova i velikom doprinosu ukupnoj interakciji (Grand, Ozren). U drugoj grupi su genotipovi sa dužinom klasa ispod proseka i dosta ujednačenih dužina klasova. Leotar i J-24 su pokazali stabilnu reakciju na uslove sredine u kojima su ispitivani.

Razlike u glavnom efektu spoljašnjih sredina nisu bile velike. Sve spoljašnje sredine imale su dužine klasova genotipova oko opšteg proseka i pokazale su različit efekat na ispitivane genotipove. Pozitivne vrednosti interakcijske komponente pokazale su lokaliteti u drugoj godini ispitivanja dok su negativne vrednosti imali lokaliteti u prvoj godini. Genotipovi ispitivani u Zaječaru u obe godine bili su najnestabilniji. Sorte Grand i Ozren koje su imale najduže klasove ostvarili su pozitivan efekat u Kragujevcu 2009. godine. Na osnovu vrednosti reziduala (graf. 20) značajne pozitivne interakcije imala je sorta Atlas sa Zaječarom 2009. godine kao i linija J-32 sa istim lokalitetom 2010. godine. Zaječar 2010.

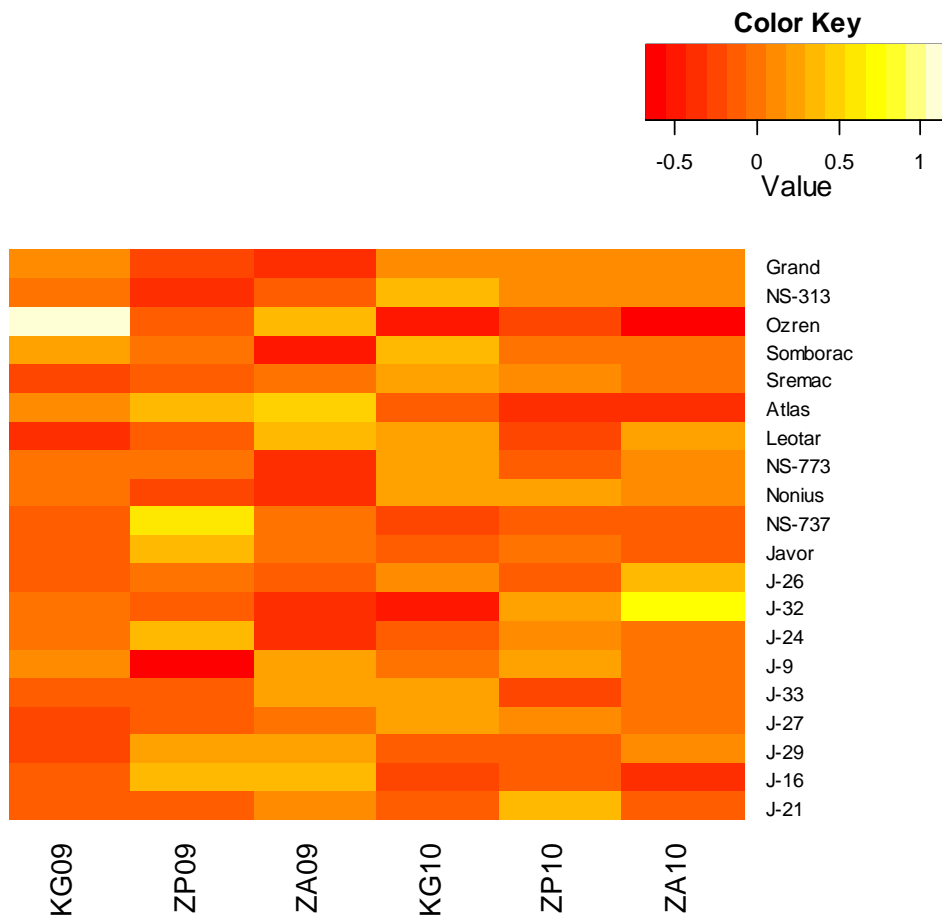
godine je imao negativan uticaj na sortu Ozren kao što je i Zemun Polje prve godine istraživanja imalo na liniju J-9.



Grafikon 18. AMMI-1 biplot za dužinu klasa genotipova višeredog ječma



Grafikon 19. Interakcijski reziduali za dužinu klasa genotipova dvoredog ječma

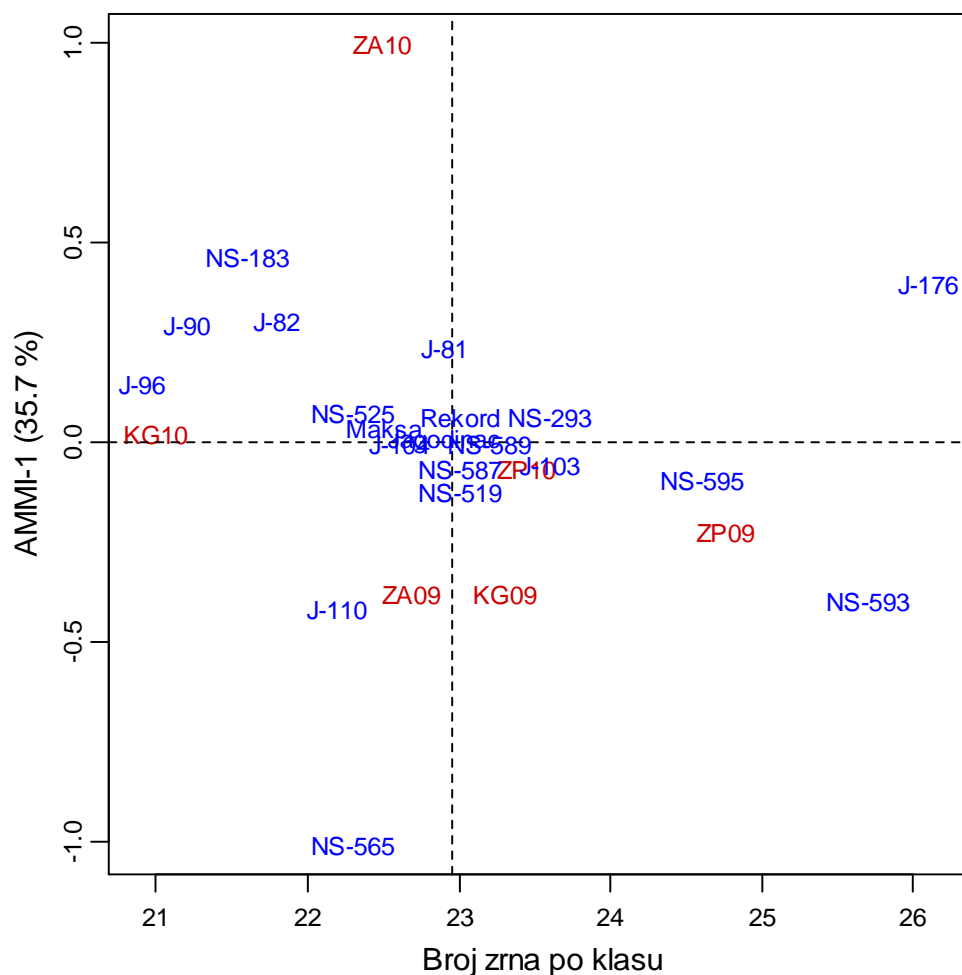


Grafikon 20. Interakcijski reziduali za dužinu klasa genotipova višeredog ječma

### 6.2.3. Broj zrna po klasu

Na osnovu grafičkog prikaza AMMI-1 biplot grafikona za broj zrna po klasu dvoredog ječma (graf. 21) uočava se 35.7% varijacije interakcije AMMI-1 modela. Veliki broj sorti i linija sa brojem zrna oko opšteg proseka se odlikuju stabilnošću (Rekord, NS-293, NS-589, Maksa, J-104, NS-525). Genotipovi NS-593 i J-176 čije su vrednosti ove osobine imale najveće vrednosti pokazali su se nestabilnim. Sličnu reakciju na uslove spoljašnje sredine uz niske vrednosti ove osobine pokazali su i NS-565, J-110, NS-183, J-82, J-90.

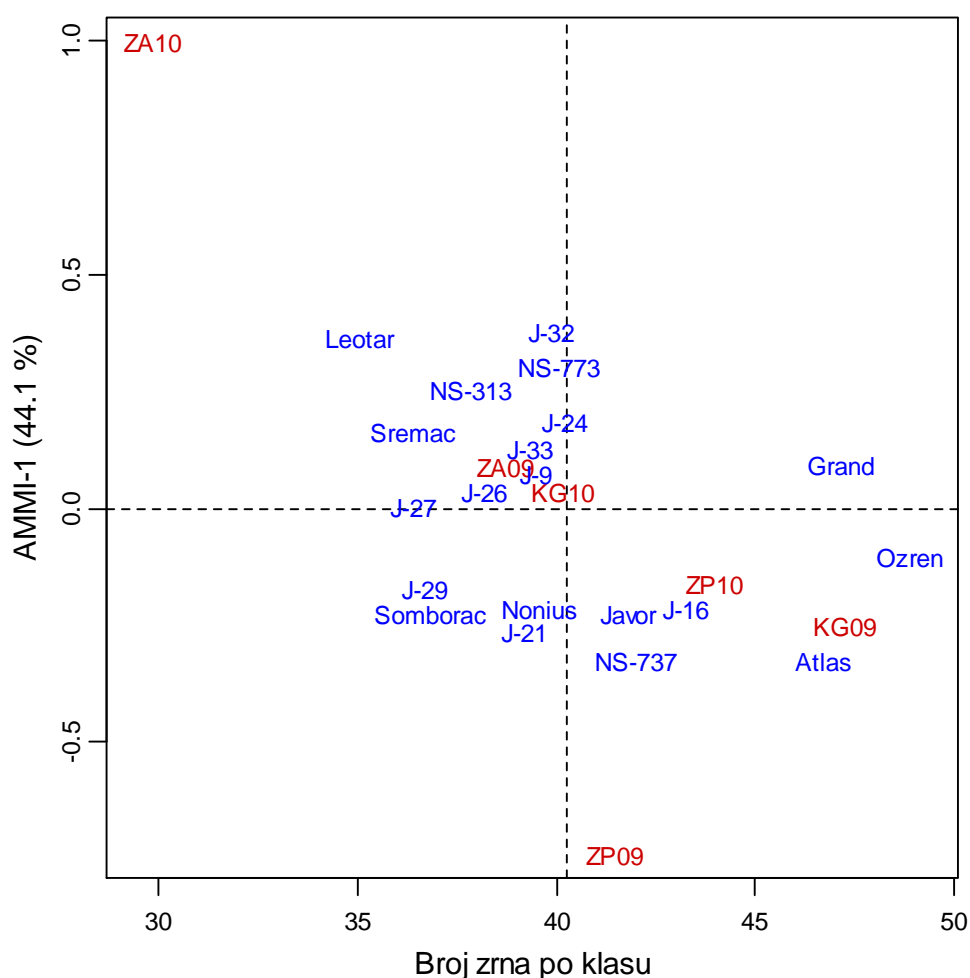
Najveći doprinos ukupnoj interakciji imao je Zaječar u 2010. godini gde je na osnovu vrednosti interakcijskog reziduala (graf. 23) ostvarena pozitivna interakcija sa sortom NS-183 kao i negativna sa NS-565. Najveću stabilnost pokazali su genotipovi u Kragujevcu i Zemun Polju u drugoj godini istraživanja. Genotipovi u Kragujevcu 2010. godine ostvarili su najmanje vrednosti za broj zrna po klasu gde je linija J-104 ostvarila negativnu interakciju, dok su sa Zemun Poljem u prvoj godini ostvarene najveće vrednosti ove osobine. Treba još istaći i dobru prilagodljivost genotipa NS-593 na uslove koji su bili u Zaječaru 2009. godine kao i genotipa NS-293 na uslove u Zemun Polju 2010. godine gde je ostvarena značajna negativna interakcija sa sortom Jagodinac.



Grafikon 21. AMMI-1 biplot za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma



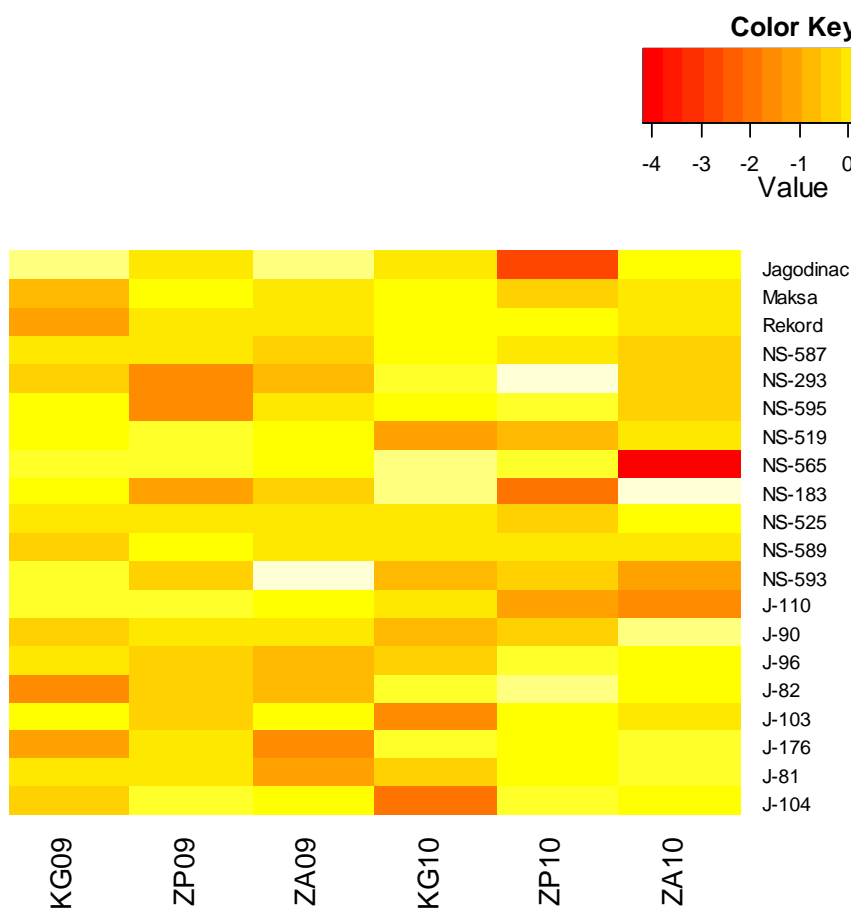
AMMI-1 model objašnjava 44.1% sume kvadrata interakcije genotipa i spoljašnje sredine za broj zrna po klasu kod višeredih genotipova ječma (graf. 22). Najstabilniji genotipovi su linije J-27, J-26 i J-9 koje su imale broj zrna ispod opšteg proseka, a značajnu stabilnost pokazale su i sorte sa najvećim vrednostima ove osobine (Grand i Ozren). U poređenju sa dužinom klasa, genotipovi sa najdužim klasom imali su ujedno i najveći broj zrna po klasu.



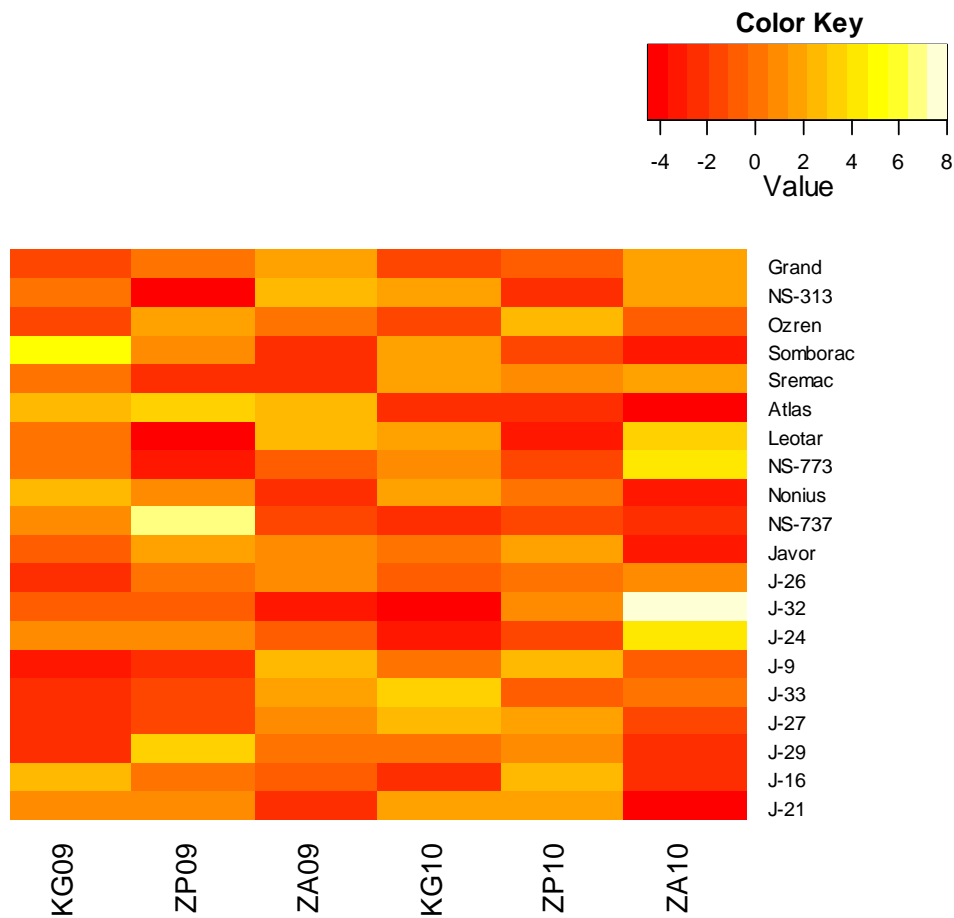
Grafikon 22. AMMI-1 biplot za broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

Ispitivane spoljašnje sredine se razlikuju u glavnom efektu. Genotipovi ispitivani u uslovima Zaječara u 2010. pokazali su najniže vrednosti ove osobine kao i veliki doprinos

interakciji koji je bio prisutan i kod dvoredog ječma. Na osnovu vrednosti reziduala (graf. 24) linija J-32 je pokazala dobru adaptabilnost na uslove u ovoj sredini dok je sorta Atlas imala značajnu negativnu interakciju. Gotovo istu stabilnost pokazali su i genotipovi u Zemun Polju 2009. godine gde je značajna pozitivna interakcija postignuta sa sortom NS-737, a negativna sa sortom Leotar. Najmanji doprinos interakciji ostvaren je u Zaječaru u prvoj i Kragujevcu u drugoj godini istraživanja gde je vrednost reziduala pokazala da je značajna negativna interakcija ostvarena sa linijom J-32. Kragujevac u 2009. godini imao je pozitivnu interakciju sa sortom Somborac koja je imala broj zrna po klasu ispod opšteg proseka.



Grafikon 23. Interakcijski reziduali za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

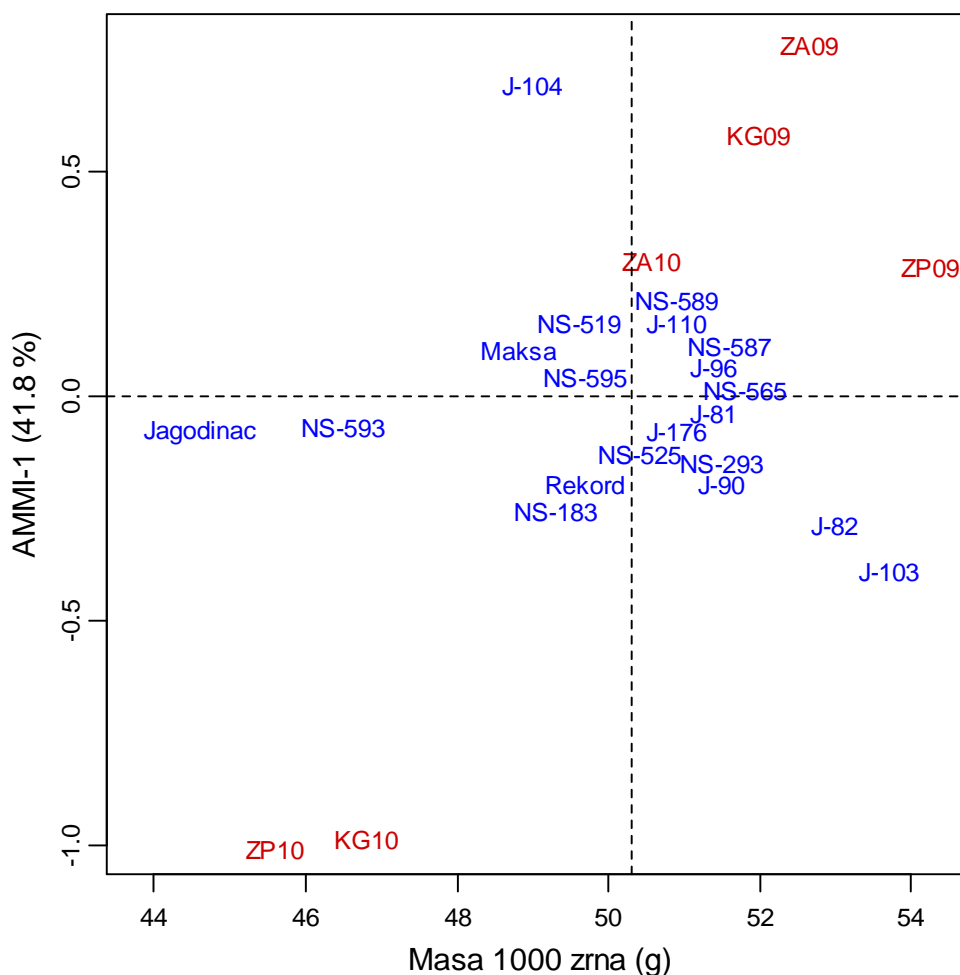


Grafikon 24. Interakcijski reziduali za broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

#### 6.2.4. Masa 1000 zrna

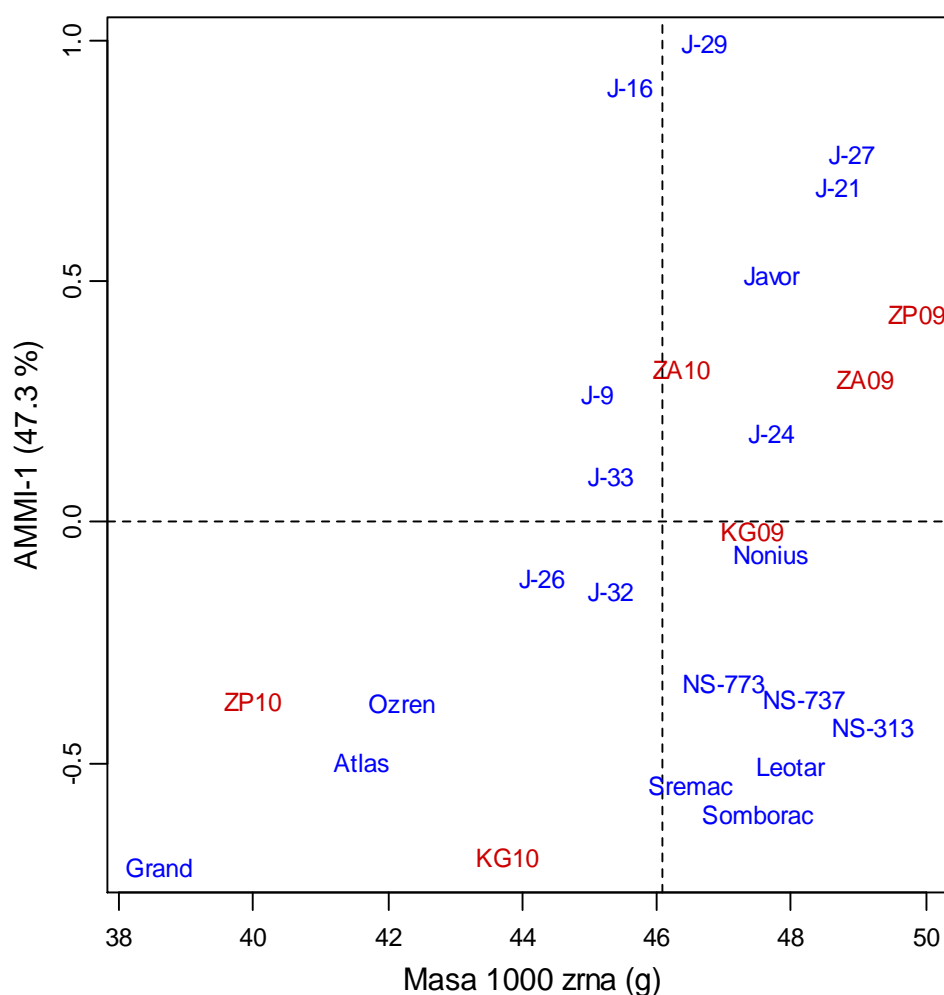
Na osnovu rezultata AMMI-1 modela (graf. 25) za masu 1000 zrna dvoredog ječma uočavamo da je prvom glavnom komponentom objašnjeno 41.8% sume kvadrata interakcije genotipa i spoljašnje sredine. Genotipovi su u svim lokalitetima u 2009. godini imali iznad prosečne mase 1000 zrna i pozitivne vrednosti interakcijske komponente, a pokazali su i nestabilnost u tim uslovima. Nasuprot njima, genotipovi koji su ispitivani u drugoj godini u Zemun Polju i Kragujevcu su imali mase 1000 zrna ispod proseka, negativne vrednosti interakcijske komponente i najveći doprinos interakciji.

Najveći broj genotipova imao je vrednosti ispitivane osobine oko prosečnih vrednosti, a kao najstabilnija se istakla sorta NS-565. Ona je ujedno bila slabo prilagođena na uslove u Zaječaru 2010. godine (graf. 27). Linije J-82 i J-103 su imale najveće vrednosti mase 1000 zrna, ali su pokazale i nestabilnost. Visoke vrednosti interakcijskog efekta imala je i linija J-104 i značajnu negativnu interakciju sa Zemun Poljem i Kragujevcem u drugoj godini ispitivanja, a pozitivne vrednosti interakcijskog reziduala ostvarila je sa Kragujevcem 2009. godine. Stabilnost su pokazale sorte Jagodinac, NS-593, NS-595, ali sa vrednošću osobine ispod proseka. Lokalitet Kragujevac u 2010. godini imao je značajnu pozitivnu interakciju sa sortama NS-525 i NS-183 (graf. 27).



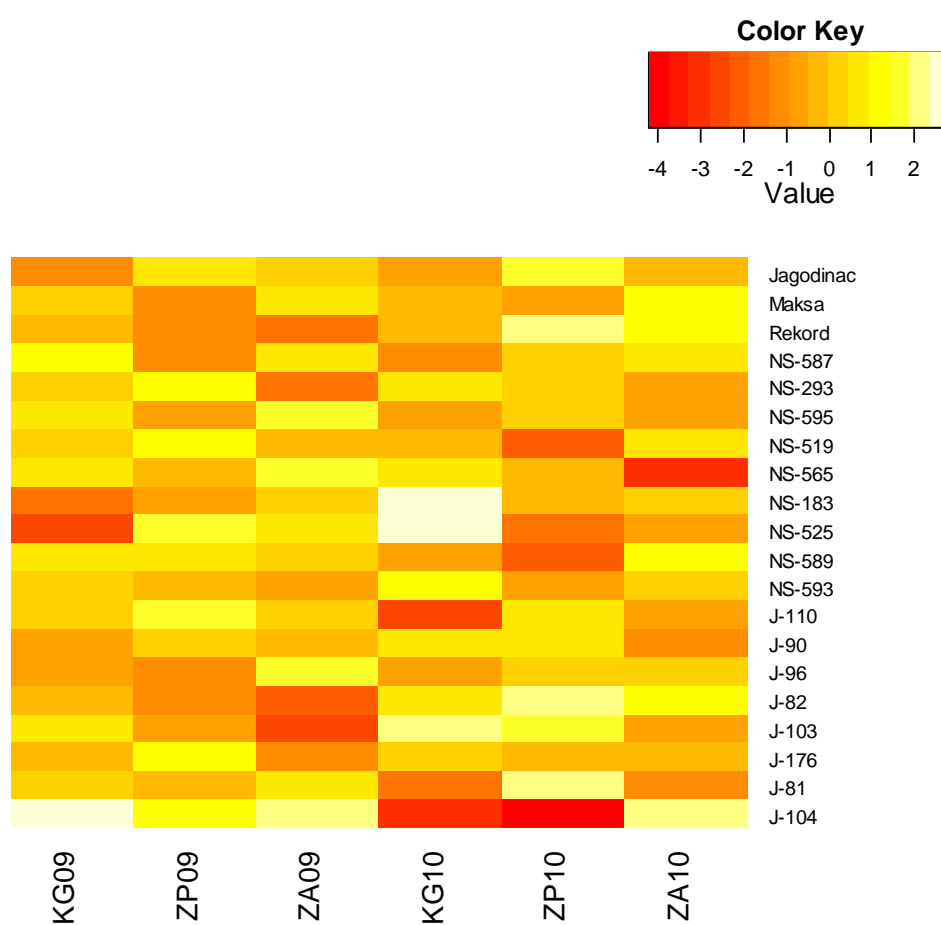
Grafikon 25. AMMI-1 biplot za masu 1000 zrna genotipova dvoredog ječma

Kod genotipova višeredog ječma, AMMI-1 modelom je objašnjeno 47.3% varijacije interakcije genotipa i spoljašnje sredine za masu 1000 zrna (graf. 26). Genotipovi ispitivani u Zemun Polju i Kragujevcu u 2010. godini imali su najniže vrednosti mase 1000 zrna, a isto tako ispoljili su i nestabilnost po čemu imaju skoro identičan efekat kao i kod dvoredih genotipova. Genotipovi Javor, J-29, J-16 i J-21 ostvarili su na osnovu vrednosti reziduala (graf. 28) značajne negativne interakcije sa Kragujevcem 2010. godine, dok je iste godine u Zemun Polju sorta Grand imala značajnu pozitivnu reakciju na uslove u toj sredini. Jedino je lokalitet Kragujevac u prvoj godini pokazao najmanje variranje ispitivanih genotipova u



Grafikon 26. AMMI-1 biplot za masu 1000 zrna genotipova višeredog ječma

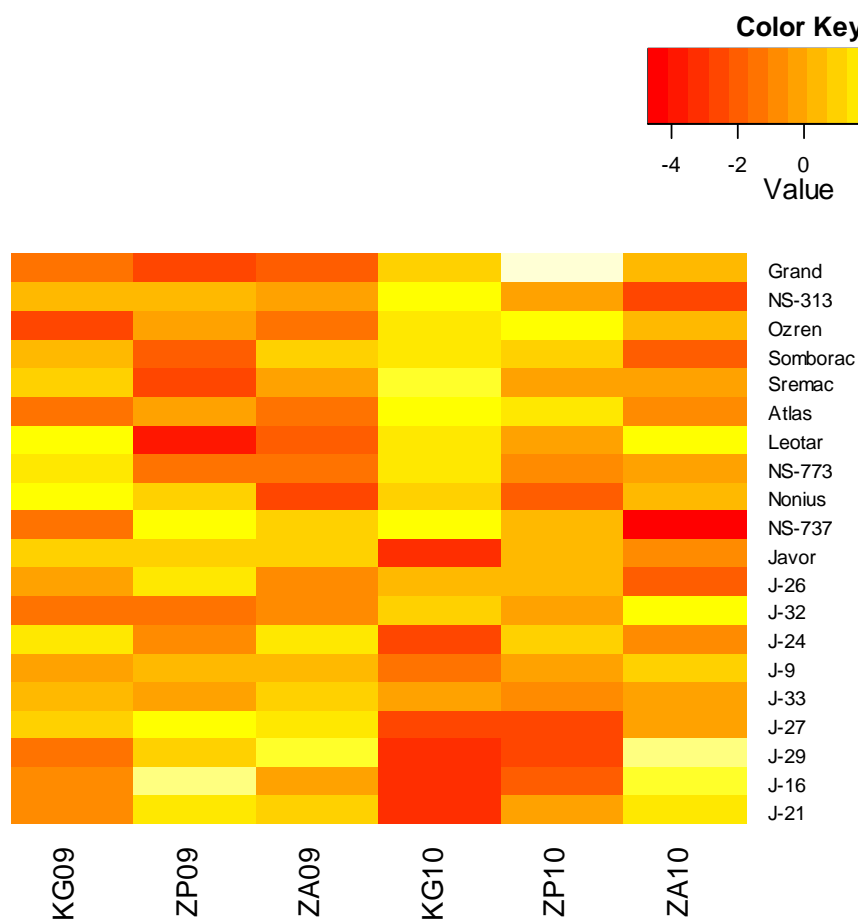
odnosu na dvoredi ječam. Zaječar i Zemun Polje su kao i kod dvoredog u prvoj godini ispitivanja imali najveće vrednosti mase 1000 zrna i visoke pozitivne vrednosti interakcijske komponente čime su pokazali nestabilnost za ovu osobinu. Linija J-16 je pokazala značajnu prilagođenost na uslove u Zemun Polju 2009. godine dok je sorta Leotar imala značajnu negativnu reakciju sa ovom sredinom (graf. 28). Lokalitet Zaječar u 2010. godini je imao značajnu pozitivnu interakciju sa genotipom J-29 kao i negativnu sa NS-737.



Grafikon 27. Interakcijski reziduali za masu 1000 zrna genotipova dvoredog ječma

Veliki broj genotipova različitih vrednosti mase 1000 zrna je značajno udaljen od linije stabilnosti (Grand, J-16, J-29, Somborac, Sremac, Leotar) tako da upoređujući oba grafikona AMMI-1 modela uočava se da su dvoredi genotipovi imali veći stepen stabilnosti

i veće vrednosti za masu 1000 zrna od višeredih. Sorta Nonius je imala najmanje variranje i iznad prosečnu vrednost mase 1000 zrna, dok je Grand pokazao izrazitu nestabilnost i najmanju prosečnu vrednost date osobine (graf. 26).

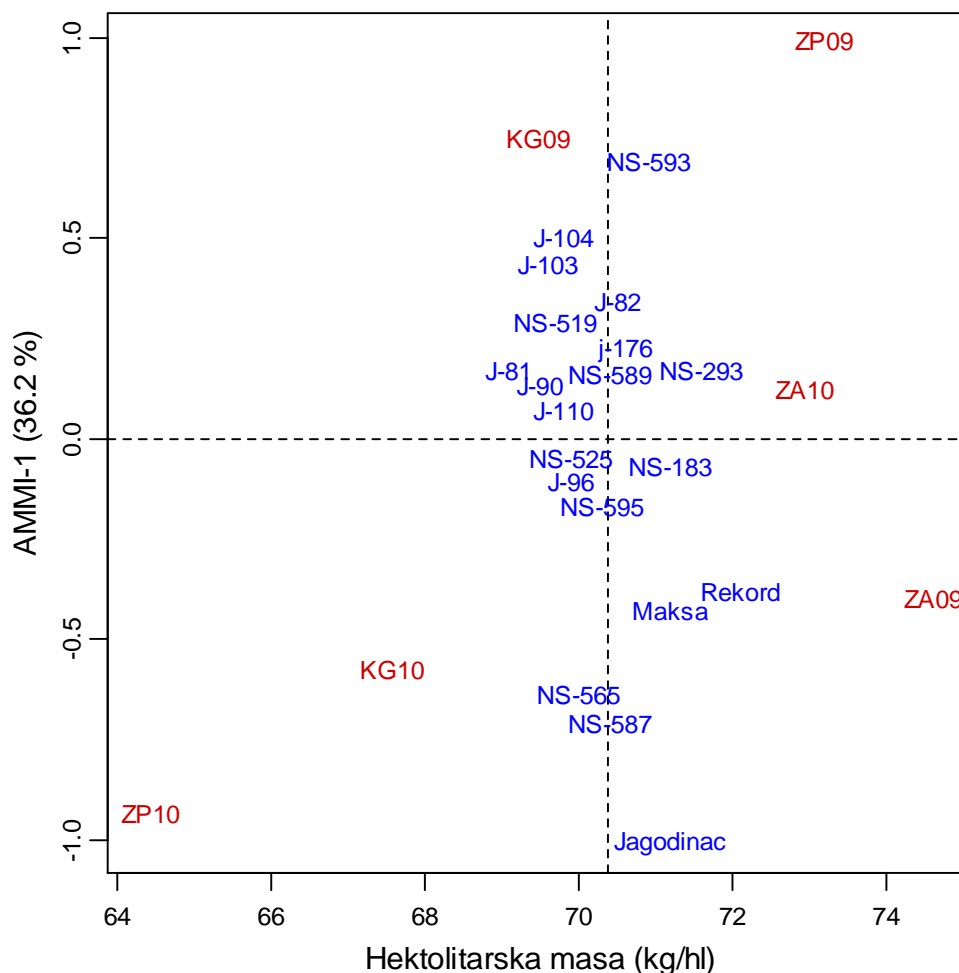


Grafikon 28. Interakcijski reziduali za masu 1000 zrna genotipova višeredog ječma

### 6.2.5. Hektolitarska masa

Na osnovu grafičkog prikaza interakcije pomoću AMMI-1 biplot grafikona (graf. 29) uočavamo da je izdvojena prva glavna komponenta koja objašnjava 36.2% varijacije interakcije za hektolitarsku masu dvoredog ječma. Mala je razlika u glavnom efektu ispitivanih genotipova. Skoro svi su u opsegu opšteg proseka. Po stabilnosti se ističe

nekoliko sorti i linija (J-110, NS-525, NS-183, J-96) dok su sorte Jagodinac, NS-587, NS-565 i NS-593 imale najveći interakcijski efekat.



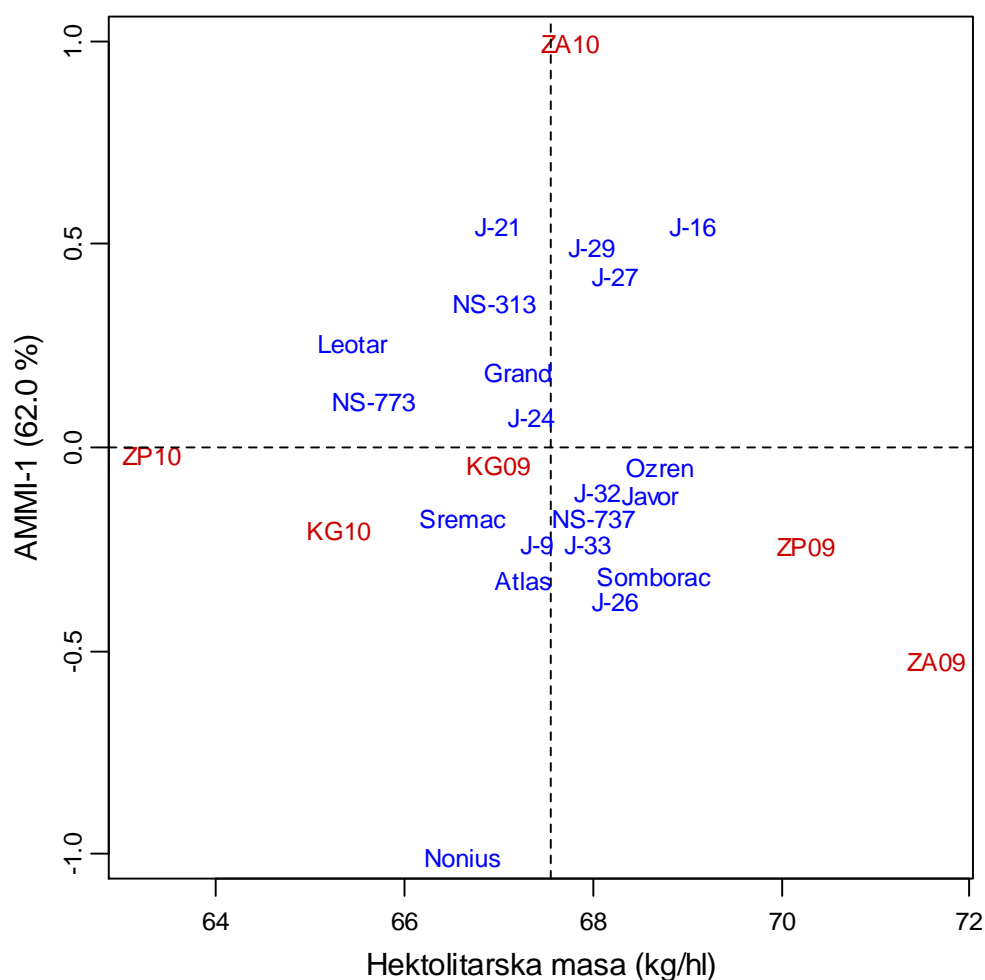
Grafikon 29. AMMI-1 biplot za hektolitarsku masu genotipova dvoredog ječma

Spoljašnje sredine su veoma različite kako po prosečnim vrednostima hektolitarske mase zrna tako i po doprinosu ukupnoj interakciji. Stabilnu reakciju na uslove spoljašnje sredine imali su genotipovi u Zaječaru 2010. godine, ali je na osnovu vrednosti interakcijskog reziduala (graf. 31) ostvarena značajna negativna interakcija sa sortom NS-565. Ostale spoljašnje sredine su daleko nestabilnije što se posebno odnosi na Zemun Polje obe godine istraživanja. Zemun Polje u 2009. godini je imalo pozitivan uticaj na sortu NS-



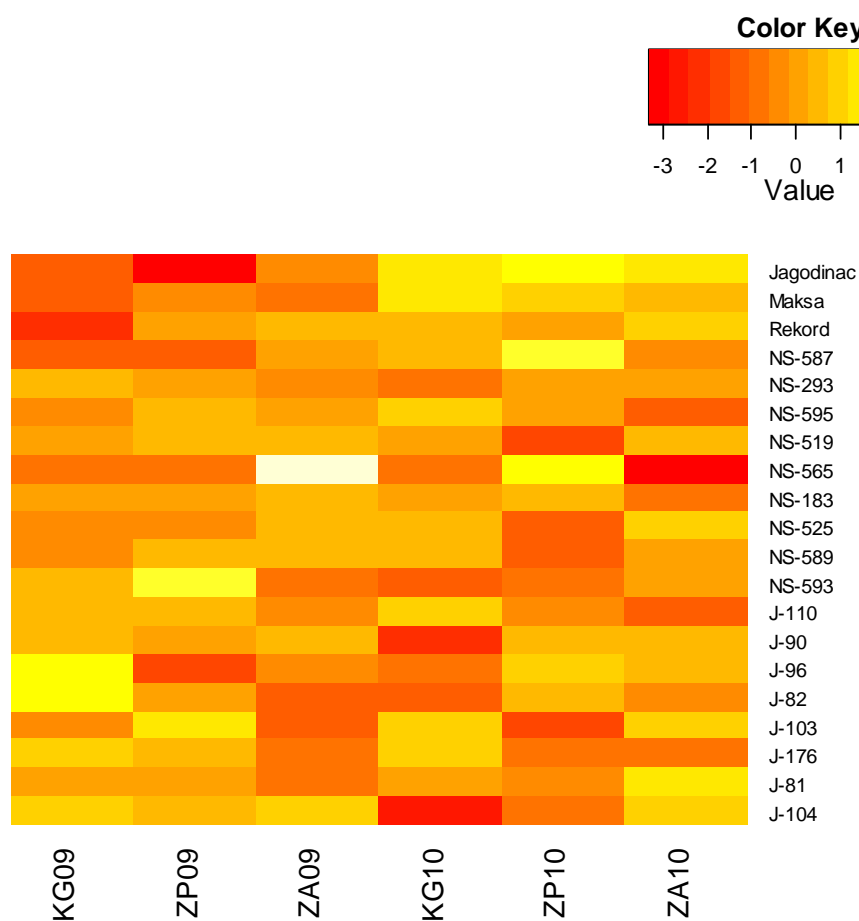
593 te negativan na sorti Jagodinac dok je u 2010. godini isti lokalitet ostvario značajnu pozitivnu interakciju sa sortom NS-587. Genotipovi ispitivani u Zaječaru 2009. bili su u proseku sa najvećim hektolitrom u odnosu na ostale sredine, a pozitivna interakcija ostvarena je sa sortama NS-565 i Rekord.

Kod višeredog ječma uočavamo 62.0% varijacije interakcije AMMI-1 modela (graf. 30). Sorta Nonius se ističe većim doprinosom interakciji u odnosu na ostale sorte i linije. Najstabilniji genotip je Ozren koji je imao vrednosti za hektolitar iznad opšteg proseka. Većina genotipova je imala vrednost hektolitara oko opšteg proseka kao i kod dvorednih genotipova.

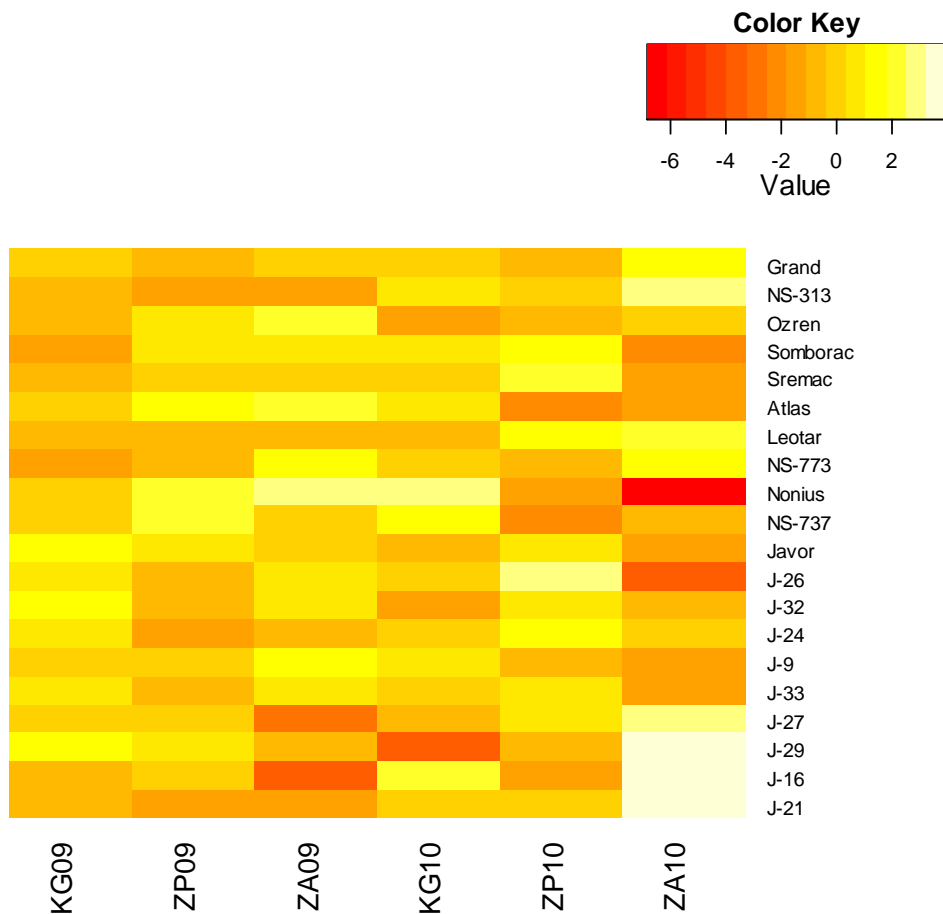


Grafikon 30. AMMI-1 biplot za hektolitarsku masu genotipova višeredog ječma

Zaječar 2010. godine se pokazao kao sredina sa najvećim doprinosom interakciji, a vrednosti interakcijskog reziduala (graf. 32) ukazuju da je ostvarena značajna pozitivna interakcija sa linijama J-21, J-27, J-29, J-16, dok je negativna ispoljena sa genotipovima Nonius i J-26. Sorta Nonius bila je dobro prilagođena i na uslove u Zaječaru 2009. godine za razliku od linije J-16 koja je sa tom sredinom imala visoke negativne interakcijske reziduale. U Zemun Polju 2010. i Kragujevcu 2009. godine genotipovi su pokazali najveću stabilnost. Najveće vrednosti hektolitara su ostvarene u prvoj godini ispitivanja u Zaječaru i Zemun Polju, dok je u Zemun Polju i Kragujevcu 2010. godine ostvarena najmanja prosečna vrednost za ovu osobinu. Sa Kragujevcem 2010. godine linija J-29 imala je značajnu negativnu interakciju (graf. 32).



Grafikon 31. Interakcijski reziduali za hektolitarsku masu genotipova dvoredog ječma



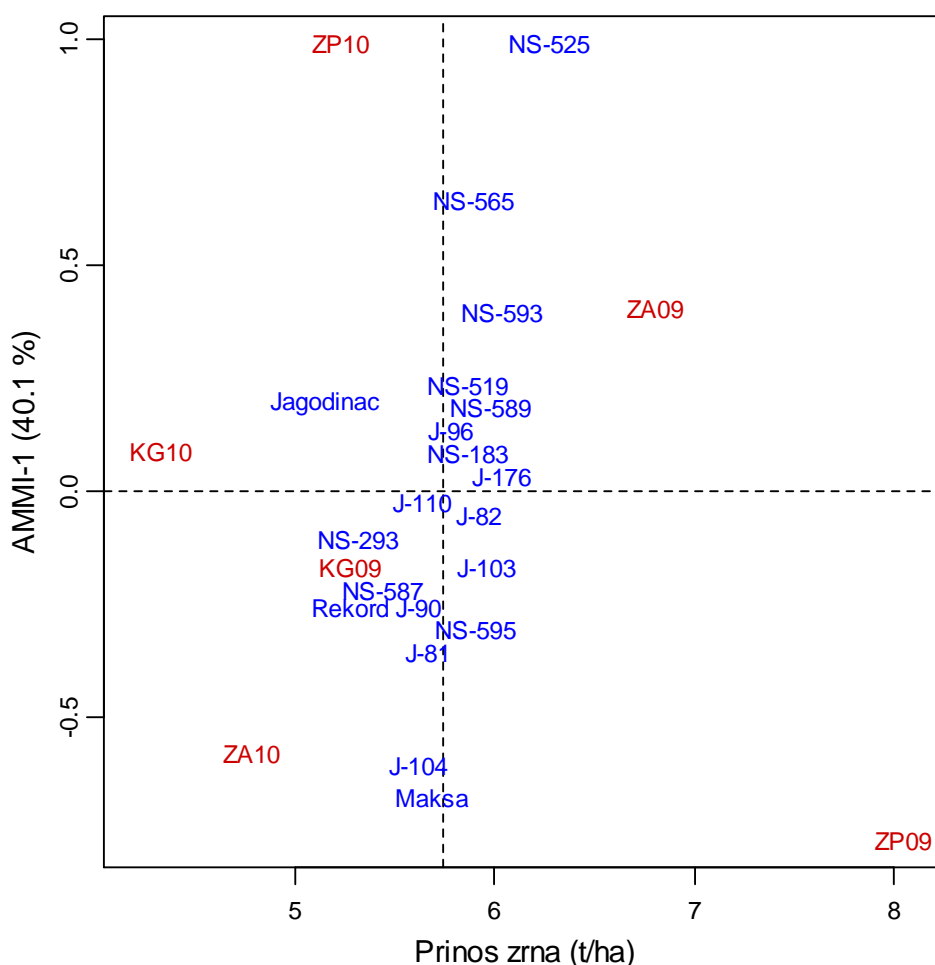
Grafikon 32. Interakcijski reziduali za hektolitarsku masu genotipova višeredog ječma

### 6.2.6. Prinos zrna

AMMI-1 biplot za prinos dvoredog ječma (graf. 33) pokazao je da prvom glavnom komponentom (IPC-1) objašnjeno 40.1% interakcije genotipa i spoljašnje sredine. Kao i kod hektolitara svi ispitivani genotipovi imali su vrednost prinosa oko opšteg proseka. Kao najprinosnija sorta bila je NS-525 koja je ujedno bila i najnestabilnija. Nestabilnost su ispoljili i genotipovi J-104 i Maksa. Linije J-176, J-82, J-110 imale su najmanji efekat interakcije čime su ispoljile i najveću stabilnost od ispitivanih genotipova.

Genotipovi ispitivani u Zemun Polju u 2009. godini bili su najprinosniji, a ujedno i značajan doprinos interakciji. Vrednosti interakcijskog reziduala (graf. 35) pokazuju da je u ovoj

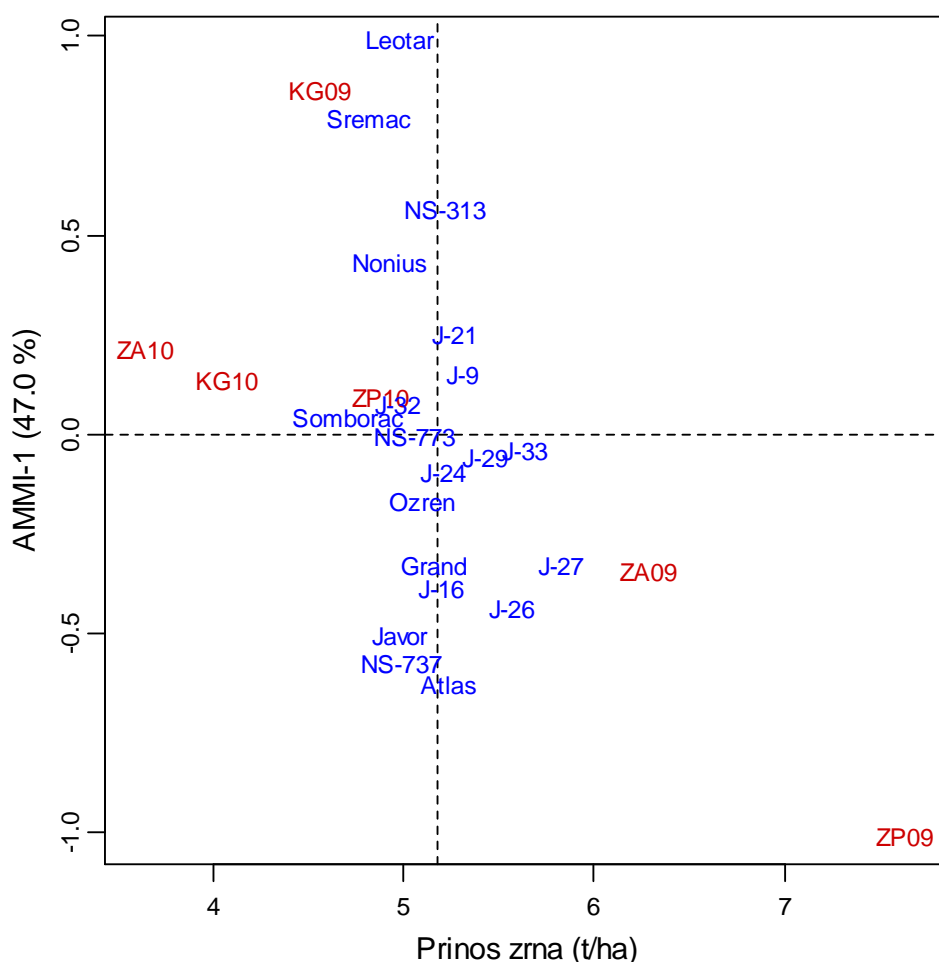
sredini značajan pozitivan efekat ostvaren sa sortom Maksa, a negativna interakcija sa sortama NS-183 i NS-525. Genotipovi u Zaječaru i Zemun Polju 2010. godine su takođe pokazali nestabilnu reakciju na uslove u tim sredinama. Uočavamo da su sorte NS-565 i NS-525 imale visoke pozitivne vrednosti reziduala u Zemun Polju 2010. godine čime su ostvarene značajne pozitivne interakcije, a da su sa Zaječarom iste godine imale značajnu negativnu interakciju. Kragujevac u drugoj godini ispitivanja je imao najmanje vrednosti interakcijske komponente čime je pokazao najveću



Grafikon 33. AMMI-1 biplot za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

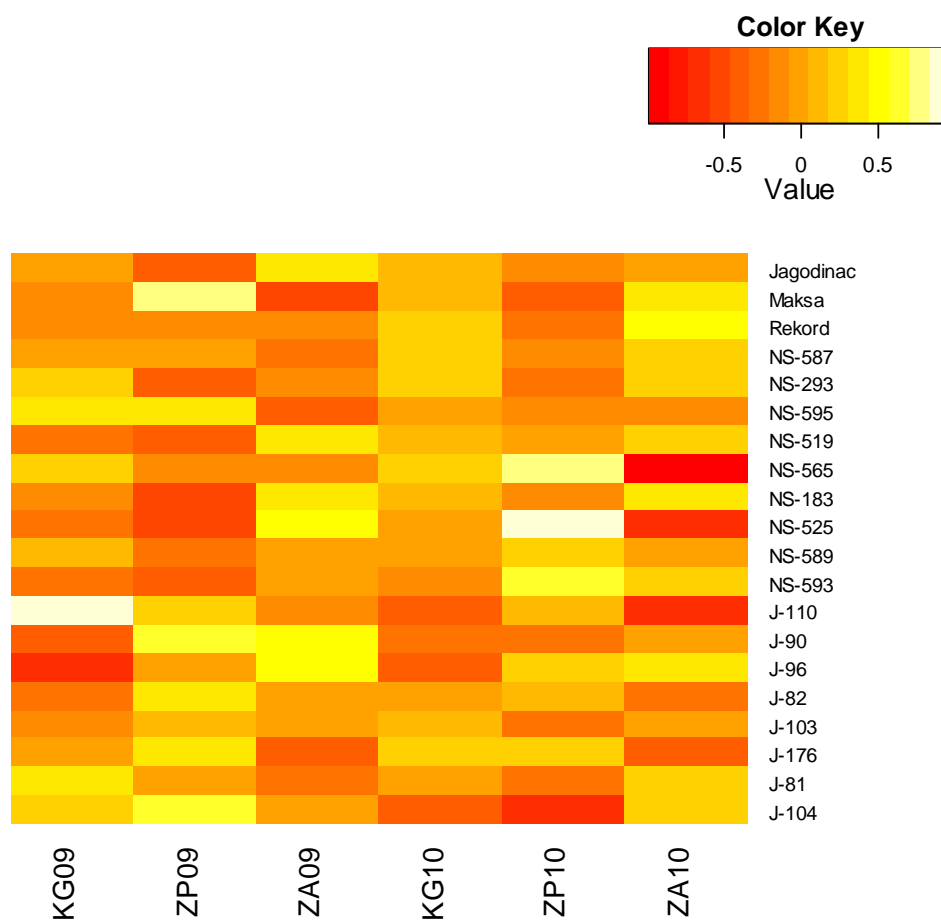
stabilnost od svih ispitivanih osobina, ali i vrednosti prinosa niže od opšteg proseka. Veći broj genotipova (NS-595, NS-293, NS-565, NS-589, J-104, J-110, J-81) različitog nivoa prinosa ostvario je pozitivnu interakciju sa Kragujevcem u prvoj godini ispitivanja.

Kod višeredog ječma prvom glavnom komponentom objašnjeno je 47% sume kvadrata interakcije za prinos zrna (graf. 34). I kod višeredog ječma na AMMI-1 biplotu uočavamo da su genotipovi imali prosečne prinose oko opšteg proseka i gde su se po visini prinosa istakle linije J-27 i J-33. Sorte Leotar i Sremac su bile najudaljenije od linije stabilnosti i kao takve su pokazale nestabilnost, a na osnovu vrednosti reziduala (graf. 36) ostvarili su značajnu pozitivnu interakciju sa Kragujevcem 2009. godine. Leotar je imao značajnu pozitivnu interakciju i u Zemun Polju 2010. Godine, dok je negativna interakcija bila sa Zemun Poljem prve godine ispitivanja. Veći broj genotipova se odlikovao izraženom stabilnošću prinosa (Somborac, J-32, NS-773, J-29, J-33).

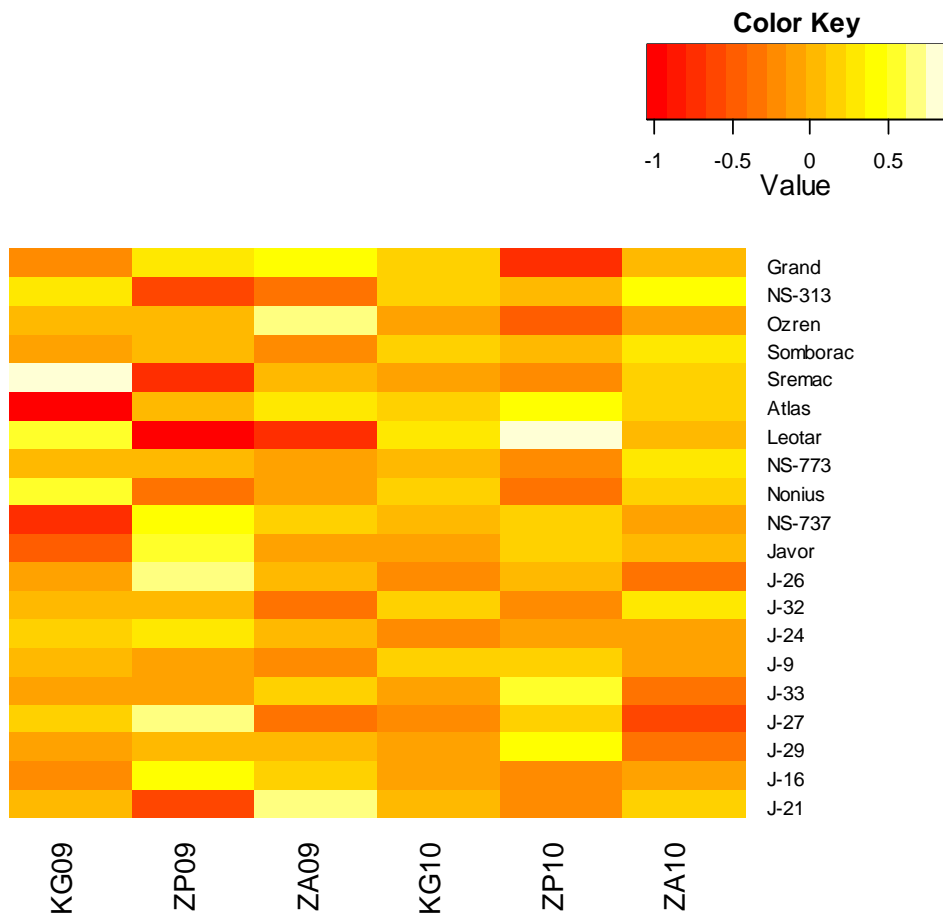


Grafikon 34. AMMI-1 biplot za prinos zrna genotipova višeredog ječma

Kao i kod dvoredih, genotipovi ispitivani u Zemun Polju 2009. godine su bili najprinosniji, ali i najnestabilniji. Veći doprinos interakciji imala su i druga dva lokaliteta u prvoj godini istraživanja. Ujednačenu vrednost prinosa genotipova imali su genotipovi u sva tri lokaliteta druge godine, ali su zato bili i ispod opšteg proseka za prinos zrna (graf. 34). Vrednosti reziduala ističu da su linije J-26 i J-27 bile dobro prilagođene na uslove u Zemun Polju 2009. godine dok su genotipovi Atlas i NS-737 pokazale značajnu negativnu interakciju sa Kragujevcem 2009. godine (graf. 36).



Grafikon 35. Interakcijski reziduali za prinos zrna genotipova dvoredog ječma



Grafikon 36. Interakcijski reziduali za prinos zrna genotipova višeredog ječma

### 6.3. PLS MODEL (REGRESIJA PARCIJALNIH NAJMANJIH KVADRATA)

#### 6.3.1. Visina stabla

Kod dvoredog ječma nije utvrđena povezanost klimatskih promjenljivih i interakcije tako da PLS model nije proučavan. Metodom unakrsnog vrednovanja izdvojene su dve visoko značajne latentne dimenzije ( $P < 0.01$ ) za objašnjenje interakcije genotipa i spoljašnje sredine za visinu stabla kod višeredog ječma. Prvom dimenzijom objašnjeno je 31.8%, a drugom dodatnih 20.6% varijanse interakcije (graf. 37).

Kod višeredog ječma promenljive koje su značajne u objašnjenju ukupne interakcije (> 80% objašnjivosti) za prvu dimenziju su mx4 i os4 (tab. 30), dok je za drugu dimenziju bilo značajno šest (mn1, mn2, mn4, mx5, os1, tv5). Prva dimenzija predstavlja kontrast između maksimalnih temperatura i osunčavanja u maju mesecu i padavina u aprilu, dok je druga dimenzija kontrast između minimalnih temperatura u većem delu vegetacione sezone i maksimalnih temperatura u junu. Klimatske promenljive btd i bld imaju mali značaj za objašnjenje ukupne interakcije (učestće u obe dimenzije manje od 20%).

Drugom dimenzijom kod PLS modela (graf. 37) jasno su izdvojene pojedine grupe klimatskih promenljivih. Pozitivne skorove druge dimenzije imaju promenljive koje pokazuju relativnu vlažnost i temperaturna variranja dok minimalne temperature imaju negativne skorove. Promenljive koje označavaju padavine grupisane su uz lokalitete u 2010. godini sa izuzetkom onih koje predstavljaju padavine u martu.

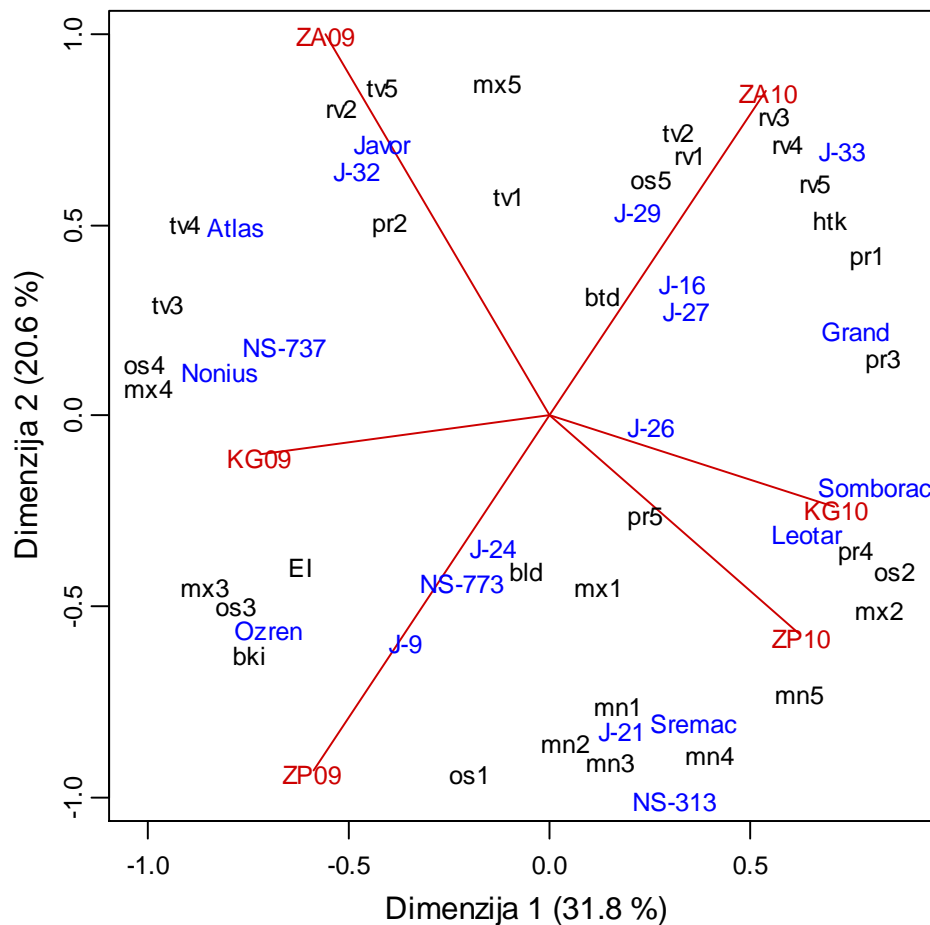
Kod visine stabla višeredog ječma na PLS triplotu (graf. 37) uočavao šest grupa međusobno korelisanih promenljivih koje imaju sličan ili različit uticaj na ukupnu interakciju. Prvu grupu sačinjavaju devet korelisanih promenljivih (pr3, pr1, rv5, htk, rv4, rv3, tv2, rv1, os5) sa različitim nivoom varijabilnosti prve dimenzije. Značaj ove grupe promenljivih ispoljen je na pozitivnu interakciju genotipova Grand, J-33, J-29, J-27, J-16 sa Zaječarom 2010. godine. U drugoj grupi su promenljive mx2, pr4, os2 u martu i maju sa varijabilnošću preko 50% u prvoj dimenziji. Ostvarile su presudan pozitivan uticaj na visinu stabla genotipova Somborac, Leotar i J-26 sa Kragujevcem i Zemun Poljem druge godine istraživanja. Minimalne temperature koje imaju veoma visoko učestće u drugoj dimenziji (mn5, mn4, os1, mn1, mn2, mn3) pripadaju trećoj grupi i od presudnog su značaja za genotipove Sremac, NS-313, J-21 u Zemun Polju u obe godine ispitivanja. U Zemun Polju i Kragujevcu 2009. godina presudan uticaj na pozitivnu interakciju sa genotipovima prosečnih visina NS-773, Ozren imala je četvrta grupa promenljivih (mx3, os3, bki, EI) sa visokim učestćem u prvoj dimenziji. Petoj grupi pripadaju četiri promenljive (os4, mx4, tv3, tv4) sa visokim udelom u prvoj dimenziji i od značaja za specifičnu pozitivnu interakciju genotipova NS-737, Nonius i Atlas 2009. godine sa Kragujevcem. Promenljive sa veoma visokom varijabilnošću u drugoj dimenziji (rv2, tv5, mx5) formirale



su šestu grupu i pozitivno su uticale na visinu genotipova Javor i J-32 tokom prve godine ispitivanja u Zaječaru.

Tabela 30. Procentualno učešće promjenljivih u prvoj i drugoj dimenziji PLS modela za visinu stabla višeredog ječma

Klimatske promenljive	Višeredi ječam	
	Dimenzija 1	Dimenzija 2
EI	43.9	12.1
mn1	0.9	<b>89.8</b>
mn2	0.3	<b>97.6</b>
mn3	0.1	71.6
mn4	7.9	<b>84.0</b>
mn5	26.3	69.9
mx1	2.0	33.5
mx2	62.2	20.6
mx3	76.5	18.2
mx4	<b>95.8</b>	0.8
mx5	0.4	<b>93.6</b>
pr1	65.5	28.5
pr2	13.8	48.9
pr3	75.7	6.6
pr4	59.6	11.1
pr5	20.9	29.4
rv1	13.4	58.7
rv2	18.3	79.8
rv3	32.7	55.1
rv4	41.1	42.2
rv5	52.4	36.3
os1	7.5	<b>88.6</b>
os2	56.7	18.5
os3	63.9	33.1
os4	<b>96.6</b>	1.3
os5	9.2	66.8
tv1	0.1	42.0
tv2	16.9	73.8
tv3	75.1	8.4
tv4	68.9	30.6
tv5	13.4	<b>85.3</b>
htk	52.2	40.5
bki	61.5	38.0
btd	0.7	19.9
bld	1.3	2.6



Grafikon 37. PLS triplot za visinu stabla genotipova višeredog ječma

Na PLS triplotu uočavamo da su ispitivane spoljašnje sredine jasno izdvojene prvom dimenzijom PLS modela (i prvom bilinearnom komponentom AMMI-1 modela) na osnovu godine ispitivanja. Ujedno to je bilo i grupisanje na osnovu vrednosti visine stabla genotipova u tim sredinama. Genotipovi ispitivani u 2009. godini na sva tri lokaliteta bili su iznad prosečnih vrednosti visine stabla dok su genotipovi u 2010. godini imali ispod prosečne vrednosti. Sličan interakcijski efekat je ostvaren u Zemun Polju i Kragujevcu u 2010. godini što je u saglasnosti sa AMMI-1 modelom. Oba modela potvrđuju različit efekat na genotipove između obe godine ispitivanja u Kragujevcu. PLS modelom je istaknut doprinos Zemun Polja i Zaječara u 2009. godini ukupnoj interakciji. Kod AMMI-1 modela genotipovi u Zemun Polju 2009. godine pokazali su najveću stabilnost. Najmanji

doprinos interakciji imao je lokalitet Kragujevac u obe godine kao i Zemun Polje u 2010. godini što je u suprotnosti sa rezultatima AMMI-1 modela gde su ove tri sredine imale najveći doprinos interakciji.

Kada je u pitanju grupisanje ispitivanih genotipova na osnovu visine stabla kod višeredog ječma na PLS triplotu, genotipovi sa iznad prosečnim vrednostima (izuzev NS-313) se nalaze u prvom i drugom kvadrantu (pozitivne vrednosti druge dimenzije), dok se genotipovi sa ispod prosečnim vrednostima visine stabla (izuzev NS-773) nalaze u drugom i trećem kvadrantu (pozitivne vrednosti prve dimenzije).

### **6.3.2. Dužina klasa**

Kod dvoredih genotipova za dužinu klasa metodom unakrsnog vrednovanja izdvojene su dve latentne dimenzije. Obe su bile značajne ( $P < 0.05$ ). Prvom dimenzijom je objašnjeno 21.5% interakcije genotipa i spoljašnje sredine, dok je drugom objašnjeno 15.2% (graf. 38). Kod višeredog ječma prve dve latentne komponente su objasnile 49.8% interakcije (prva 34.0%, a druga 15.8%; graf. 39). Obe dimenzije su bile statistički značajne ( $P < 0.05$ ).

Na osnovu procentualne zastupljenosti klimatskih promenljivih u prvoj latentnoj dimenziji kod dvoredog ječma izdvojene su ukupno četiri promenljive (mx3, mx4, pr3, os4) sa procentnim učešćem preko 80% (tab. 31). U drugoj dimenziji sa značajnim učešćem bilo je sedam uglavnom temperaturnih promenljivih (mn1, mn2, mn4, mn5, mx5, rv2, tv5). Prva dimenzija se može objasniti kao kontrast između maksimalnih temperatura i osunčavanja u maju i padavina u aprilu dok je druga dimenzija kontrast između minimalnih temperatura tokom vegetacije i temperaturnih variranja u junu. Promenljive sa malim učešćem ( $< 20\%$ ) u obe dimenzije bile su btd i bld. Kod višeredog ječma slične promenljive su imale značajan uticaj na interakciju dužine klasa. U prvoj dimenziji sa značajnim učešćem bilo je sedam promenljivih (mx3, mx4, pr1, pr3, rv5, os3, bki) dok je u drugoj dimenziji bilo takođe sedam promenljivih (mn1, mn2, mn4, mn5, mx5, rv2, tv5). Prva dimenzija je kontrast između maksimalnih temperatura u aprilu i maju i padavina u aprilu, a druga

dimenzija kontrast između relativne vlažnosti u martu i minimalnih temperatura tokom vegetacije. Promenljive btd i bld su takođe imale mali značaj u objašnjenju interakcije.

Tabela 31. Procentualno učešće promenljivih u prvoj i drugoj dimenziji PLS modela za dužinu klasa dvoredog i višeredog ječma

Klimatske promenljive	Dvoredi ječam		Višeredi ječam	
	Dimenzija 1	Dimenzija 2	Dimenzija 1	Dimenzija 2
EI	60.9	2.0	64.1	0.1
mn1	0.0	<b>88.7</b>	4.4	<b>88.4</b>
mn2	3.4	<b>95.1</b>	14.9	<b>83.4</b>
mn3	1.4	74.6	10.4	55.4
mn4	1.9	<b>93.0</b>	0.7	<b>83.9</b>
mn5	15.3	<b>82.9</b>	3.2	<b>88.7</b>
mx1	1.3	27.7	0.1	45.8
mx2	52.4	27.4	33.8	43.2
mx3	<b>85.2</b>	8.4	<b>91.8</b>	1.3
mx4	<b>92.8</b>	4.5	<b>80.7</b>	17.9
mx5	0.3	<b>87.7</b>	6.0	<b>89.0</b>
pr1	73.5	16.6	<b>82.7</b>	7.0
pr2	9.5	50.9	2.8	68.8
pr3	<b>82.7</b>	3.1	<b>86.7</b>	0.4
pr4	56.3	14.0	44.2	36.5
pr5	1.3	34.7	0.0	42.5
rv1	19.0	44.2	29.3	43.6
rv2	9.3	<b>88.1</b>	0.9	<b>97.3</b>
rv3	45.3	40.8	63.7	24.0
rv4	54.3	29.6	72.6	12.1
rv5	66.8	25.9	<b>84.6</b>	8.2
os1	15.9	76.8	33.5	61.4
os2	42.9	33.1	24.2	35.7
os3	73.7	20.3	<b>85.0</b>	9.0
os4	<b>91.7</b>	5.8	77.5	18.6
os5	14.7	57.0	26.1	53.5
tv1	2.9	49.9	12.3	26.6
tv2	27.3	66.3	45.9	47.2
tv3	62.8	18.9	43.0	25.4
tv4	55.2	44.2	33.3	61.7
tv5	5.6	<b>92.3</b>	0.1	<b>96.9</b>
htk	62.0	27.1	76.0	14.0
bki	72.9	24.0	<b>87.3</b>	10.4
btd	0.7	12.8	1.8	21.0
bld	3.0	2.3	4.8	0.4

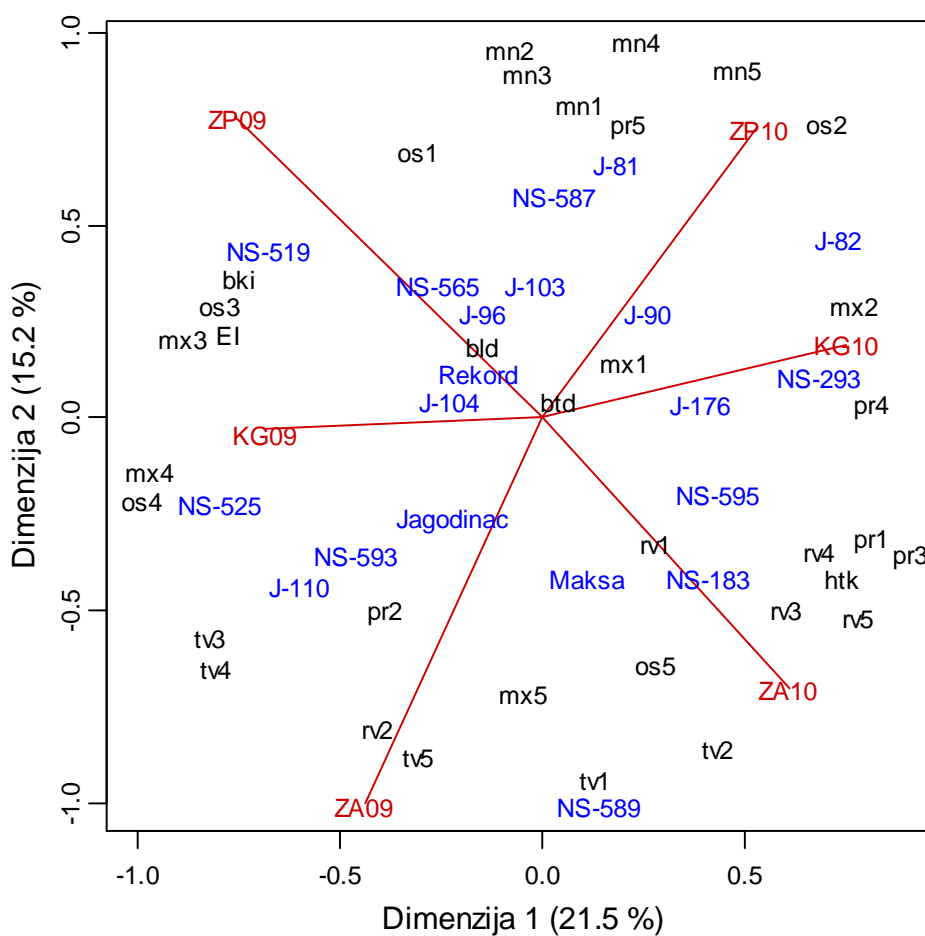
Drugom dimenzijom PLS modela kod dvoredog ječma jasno su izdvojene pojedine grupe klimatskih promjenljivih (graf. 38). Sve promjenljive vezane za minimalne temperature označene su pozitivnim skorovima druge dimenzije dok su negativnim skorovima označene promjenljive koje objašnjavaju relativnu vlažnost vazduha i temperaturna variranja.

Na triplotu PLS modela za dužinu klasa dvoredog ječma (graf. 38) uočavamo šest grupa korelisanih promjenljivih koje utiču na interakciju genotipova i spoljašnjih sredina. Prvu grupu sačinjavaju promjenljive (pr4, mx2) sa učešćem preko 50% u prvoj latentnoj dimenziji i koje su od značaja za specifičnu pozitivnu interakciju 2010. godine sa Kragujevcem genotipova (J-82, J-176, NS-293) sa iznad prosečnom dužinom klasa. Promjenljive (pr3, pr1, rv5, htk, rv4) sa nešto većim učešćem u prvoj dimenziji u odnosu na prvu grupu formiraju drugu grupu koja sa četiri promjenljive iz treće grupe (rv3, tv2, rv1, os5) sa većom varijabilnošću u drugoj dimenziji imaju pozitivan efekat na genotipove NS-183, Maksa, NS-589 u Zaječaru 2010. godine. U četvrtoj grupi su promjenljive koje pripadaju martu i junu sa varijabilnošću druge dimenzije preko 50% (pr2, rv2, tv5, mx5) od značaja su za objašnjenje pozitivne interakcije genotipova J-110 i NS-593 sa Zaječarom 2009. godine. Petoj grupi pripada osam promjenljivih sa učešćem u prvoj dimenziji preko 70% (mx4, os4, mx3, os3, bki). Ova grupa promjenljivih bila je od važnosti za sorte NS-525 i NS-519. Promjenljive iz šeste grupe koje uglavnom pripadaju minimalnim temperaturama (mn2, mn4, mn3, pr5, mn1) i imaju visoko učešće u drugoj dimenziji (izuzev pr5) od važnosti su za pozitivnu interakciju genotipova J-81 i NS-587 sa drugom godinom ispitivanja u Zemun Polju.

Na PLS triplotu za dvoredi ječam (graf. 38) zapaža se jasno grupisanje ispitivanih spoljašnjih sredina po godinama u odnosu na prvu dimenziju. Sve sredine su ravnomerno raspoređene po grafikonu tako da se ne može izdvojiti ni jedan par koji je imao sličan interakcijski efekat što je u suprotnosti sa AMMI-1 modelom gde su Zemun Polje i Kragujevac u obe godine imale sličnu interakciju. Razlike u interakciji u odnosu na godinu ispitivanja najviše su ispoljene u Kragujevcu. PLS modelom je istaknut doprinos ukupnoj interakciji Zaječara i Zemun Polja u 2009. godini što je u suprotnosti sa rezultatima AMMI-

1 modela gde su ova dva lokaliteta u drugoj godini imali najveći doprinos. Najmanji doprinos interakciji je bio u Kragujevcu 2009. godine.

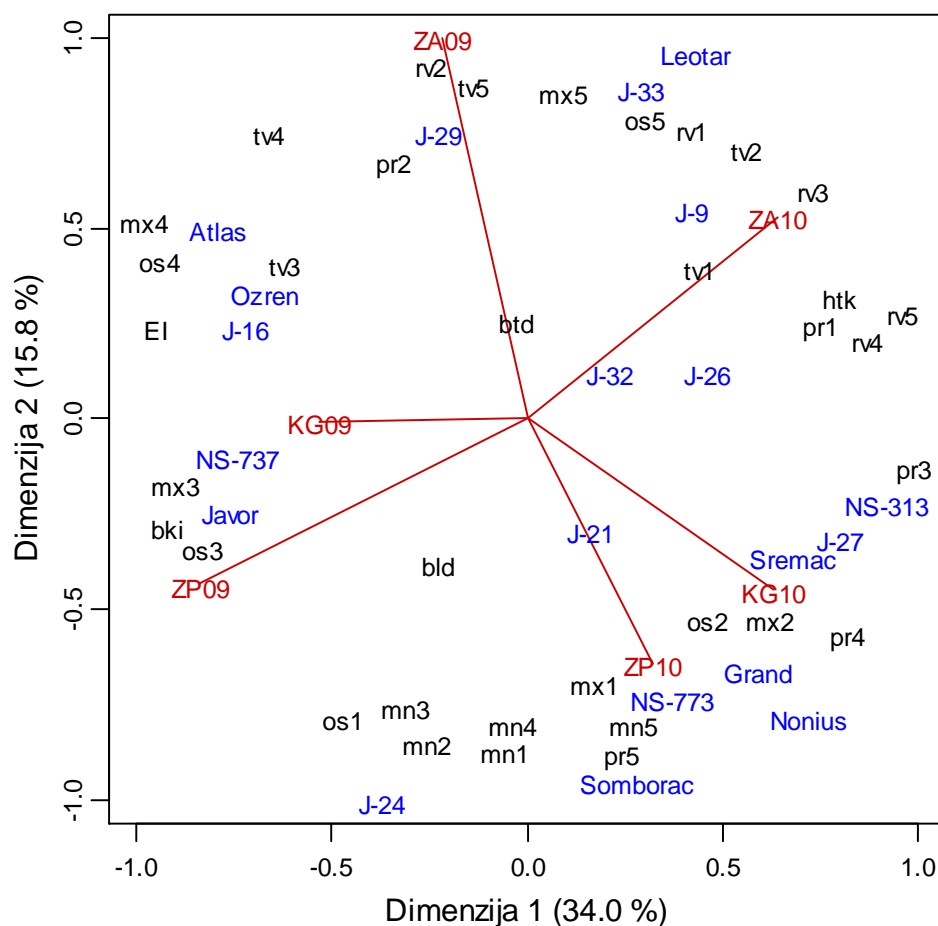
Kod višeredog ječma (graf. 39) grupe promenljivih koje označavaju vlažnost vazduha i temperaturna variranja sa jedne i minimalne temperature sa druge strane jasno su odvojene prvom dimenzijom. Padavine su kod obe grupe ječma grupisane uz lokalilitete u 2010. godini sa izuzetkom padavina u martu.



Grafikon 38. PLS triplot za dužinu klasa genotipova dvoredog ječma

Na PLS triplotu kod višeredog ječma za dužinu klasa (graf. 39) izdvojeno je sedam vezanih grupa promenljivih sa sličnim ili različitim uticajem na ukupnu interakciju. U prvoj grupi je pet promenljivih sa različitim učešćem u prvoj dimenziji (tv2, rv3, rv1, os5, tv1). U

drugoj grupi su četiri promjenljive (rv5, pr1, htk, rv4) sa visokom varijabilnošću prve dimenzije. Obe ove grupe imale su pozitivan uticaj na interakciju genotipova J-33, J-32, J-26, Leotar. Treću grupu čine promjenljive pr3 i pr4 od specifične važnosti za pozitivnu interakciju genotipova NS-313, J-27, NS-773 i Sremac sa Kragujevcem 2010. godine. Promjenljive (mn1, mn5, mn4, mx1, pr5, mn3, mn2, os1) koje pripadaju četvrtoj grupi sa različitim učešćem u drugoj dimenziji i pozitivnog su efekta na interakciju genotipova J-24, Grand i Nonius. Pozitivan efekat na dužinu klasova genotipova NS-737 i Javor koji imaju iznad prosečne vrednosti za ovu osobinu na lokalitetu Zemun Polje u 2009. godini ostvaren je delovanjem promjenljivih mx3, bki, os3. Ove promjenljive imaju visoku zastupljenost u



Grafikon 39. PLS triplot za dužinu klasa genotipova višeredog ječma

prvoj dimenziji (> 80%) i pripadaju petoj grupi. U šestoj grupi su promenljive (mx4, os4, EI) koje takođe imaju visoku zastupljenost u prvoj dimenziji i koje su od važnosti za nekoliko genotipova (Atlas, Ozren, J-16) sa iznad prosečnom dužinom klasa. Sedmu grupu čine četiri promenljive u martu i junu (rv2, tv5, pr2, mx5) sa značajnim učešćem u drugoj dimenziji i pozitivnog uticaja na interakciju linije J-29 sa Zaječarom 2009. godine.

Prvom dimenzijom PLS triplota (i prvom bilinearnom komponentom AMMI-1 modela) jasno su izdvojene sredine na osnovu godine ispitivanja kod višeredog ječma za dužinu klasa (graf. 39). Ujedno ovo grupisanje je i na osnovu nivoa dužine klasa jer su sredine u 2009. godini imale iznad prosečne vrednosti dužine klasa dok su u 2010. godini imali ispod prosečne. Uočava se sličnost u interakciji Zemun Polja i Kragujevca u obe godine istraživanja što je u saglasnosti sa rezultatima AMMI-1 modela. PLS modelom je istaknut i doprinos ukupnoj interakciji Zaječara u 2009. godini što je pokazao i AMMI-1 model. Najmanji doprinos interakciji bio je kao i kod dvoredog ječma u Kragujevcu 2009. godine.

Prvom dimenzijom PLS modela izdvojeni su genotipovi sa iznad prosečnim vrednostima za dužinu klasa kod višeredog ječma (NS-737, Javor, Ozren, Atlas, J-29, J-16) od onih sa ispod prosečnom dužinom klasa (Leotar, J-26, NS-313, J-27, Sremac, Nonius, NS-773, Somborac).

### **6.3.3. Broj zrna po klasu**

Kod dvoredog ječma za broj zrna po klasu, metodom unakrsnog vrednovanja izdvojene su dve visoko signifikantne ( $P < 0.01$ ) latentne dimenzije kojima se objašnjava uticaj klimatskih promenljivih na interakciju genotipa i spoljašnje sredine. Prvom dimenzijom je objašnjeno 30.6%, a drugom 14.4% ukupne interakcije (graf. 40). Za istu osobinu kod višeredog ječma (graf. 41) prvom dimenzijom je objašnjeno 39.7%, a drugom 15.4% interakcije. Obe dimenzije su takođe bile visoko signifikantne ( $P < 0.01$ ).

Na osnovu procentualnog učešća (> 80%) u prvoj dimenziji kod dvoredog ječma za broj zrna po klasu su izdvojene tri promenljive (mx4, os4, tv4) koje imaju značajan udeo u



objašnjenju ukupne interakcije. U drugoj dimenziji je izdvojeno šest promjenljivih (mn1, mn2, mx5, os1, os5, tv2). Prva dimenzija se može predstaviti kao kontrast između maksim-

Tabela 32. Procentualno učešće promjenljivih u prvoj i drugoj dimenziji PLS modela za broj zrna po klasu dvoredog i višeredog ječma

Klimatske promjenljive	Dvoredi ječam		Višeredi ječam	
	Dimenzija 1	Dimenzija 2	Dimenzija 1	Dimenzija 2
EI	44.3	9.9	33.5	31.6
mn1	13.8	<b>84.8</b>	69.2	29.3
mn2	5.1	<b>91.4</b>	<b>84.4</b>	12.7
mn3	5.2	45.3	50.3	3.3
mn4	26.0	54.9	47.8	27.7
mn5	52.2	41.2	28.4	57.5
mx1	11.7	42.6	25.3	36.9
mx2	77.7	3.9	0.3	74.7
mx3	52.9	38.8	56.4	36.6
mx4	<b>93.7</b>	3.3	11.8	<b>81.9</b>
mx5	11.5	<b>86.2</b>	72.5	25.5
pr1	37.7	60.6	72.1	16.7
pr2	34.4	45.7	26.0	61.7
pr3	59.0	23.2	38.2	47.6
pr4	72.9	2.4	0.1	<b>85.5</b>
pr5	11.3	29.9	20.7	22.4
rv1	1.4	77.9	74.1	1.2
rv2	43.0	51.0	37.8	51.6
rv3	12.9	64.0	78.9	7.1
rv4	20.7	52.4	69.6	15.2
rv5	30.2	49.0	69.2	24.6
os1	0.0	<b>87.3</b>	<b>90.4</b>	1.2
os2	66.5	1.3	0.2	44.8
os3	35.9	63.1	76.4	17.0
os4	<b>94.4</b>	3.3	11.0	77.6
os5	0.2	<b>87.2</b>	<b>80.2</b>	3.6
tv1	1.2	26.4	33.2	0.0
tv2	2.4	<b>88.2</b>	<b>92.8</b>	0.0
tv3	79.0	0.2	1.9	53.7
tv4	<b>89.3</b>	7.4	1.8	<b>82.8</b>
tv5	36.8	60.9	46.2	48.1
htk	25.3	72.3	<b>81.7</b>	9.0
bki	33.6	65.2	<b>80.2</b>	17.2
btd	0.9	36.6	23.5	14.5
bld	1.3	0.0	1.6	7.6

alnih temperatura i dužine trajanja sunčevog zračenja u maju i maksimalnih temperatura u martu dok je druga dimenzija kontrast između temperature razlike u martu i minimalnih temperatura u istom mesecu. Promenljiva bld je jedina sa manjim učešćem od 20% u obe dimenzije i bez značaja za objašnjenje interakcije (tab. 32).

Kod višeredog je preko 80% varijabilnosti u prvoj dimenziji imalo šest promenljivih (mn2, os1, os5, tv2, htk, bki) dok je četiri (mx4, pr4, tv4, tv5) imalo preko 80% u drugoj dimenziji. Prva dimenzija je razlika između dužine trajanja sunčevog zračenja u periodu od novembra do februara i temperaturnog variranja u martu, dok je druga dimenzija kontrast između padavina u maju sa jedne strane i maksimalnih temperatura i variranja u temperaturi u istom mesecu sa druge strane. Promenljiva bld je takođe bila bez značaja za ukupnu interakciju (tab. 32).

Drugom dimenzijom su na PLS triplotu za dvoredi ječam (graf. 40) jasno izdvojene grupe promenljivih koje pripadaju relativnoj vlažnosti vazduha u odnosu na promenljive koje označavaju minimalne temperature. Kod višeredog ječma za broj zrna po klasu (graf. 41) ove grupe promenljivih su izdvojene prvom dimenzijom. Kod obe grupe ječmova padavine se grupišu uz lokalitete u 2010. godini izuzev sa izuzetkom padavina u martu.

Na grafikonu PLS triplota (graf. 40) je izdvojeno šest grupa korelisanih promenljivih sa specifičnim uticajem na interakciju genotipova i spoljašnjih sredina dvoredog ječma. Na lokalitete Kragujevca i Zemun Polja u 2010. godini pozitivan uticaj na interakciju sa genotipovima (J-82, J-176, NS-293) imale su promenljive iz prve grupe (mx2, pr4, os2). One su imale varijabilnost u prvoj dimenziji preko 50%. U drugoj grupi su promenljive od kojih preovlađuju temperature (mn4, mn1, mx1, pr5, mn3, mn2, mn5, os1) koje imaju različito učešće u drugoj dimenziji i od važnosti su za genotipove NS-587 i NS-565. Treću grupu čine promenljive os3 i bki sa objašnjenošću druge dimenzije preko 60% i pozitivnog efekta na interakciju linije J-110 sa Zemun Poljem 2009. godine. Promenljive u mesecu aprilu i maju (os4, mx4, tv4, tv3, mx3) sa značajnim učešćem u prvoj dimenziji imale su uticaj na specifičnu pozitivnu interakciju genotipova NS-519, NS-593 i J-103 sa Kragujevcem 2009. godine. U petoj grupi su promenljive (pr2, tv5, rv2, mx5) sa većom varijabilnošću u drugoj dimenziji i od specifične važnosti za interakciju dva genotipova Jagodinac i NS-525 sa Zaječarom 2009.

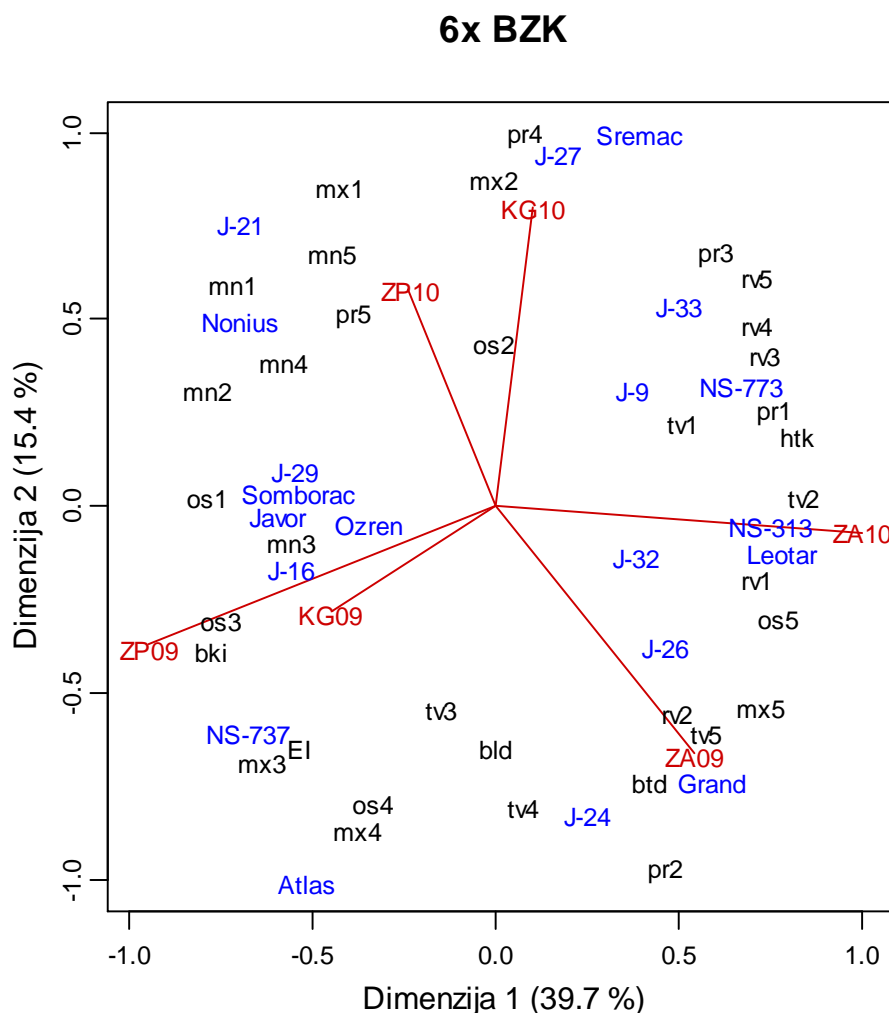


PLS triplotom kod višeredog ječma je izdvojeno sedam vezanih grupa promenljivih (graf. 41) sa sličnim ili različitim uticajem na ukupnu interakciju. Presudan uticaj na pozitivnu interakciju grupe genotipova sa različitim nivoom broja zrna po klasu (J-32, NS-773, NS-313, Leotar) sa Zaječarom 2010. imala je prva grupa promenljivih (tv2, htk, os5, rv3, rv1, pr1, rv4, rv5, pr3) koja je imala značajno učešće u prvoj latentnoj dimenziji (izuzev pr3). U drugoj grupi su promenljive (tv5, rv2, btd, mx5) sa podjednakim učešćem u obe dimenzije koje su ostvarile pozitivan uticaj na Grand i J-26 u Zaječaru 2009. godine. Promenljive u mesecu maju (tv4, mx4, os4) čine treću grupu. Sa značajnim su učešćem u drugoj dimenziji i od značaja su za sortu Atlas. Četvrtu grupu čine promenljive (bki, os3, mx3, EI) sa učešćem u prvoj dimeziji veće od 50% (izuzev EI) i od specifične važnosti za pozitivnu interakciju sorte NS-737 sa Zemun Poljem i Kragujevcem 2009. godine. Promenljive mn3 i os1 koje formiraju petu grupu sa značajnim učešćem u prvoj dimenziji ispoljile su efekat na pozitivnu interakciju genotipova Somborac, Javor, Ozren i J-16 sa Zemun Poljem 2009. godine. Promenljive koje se odnose na minimalne temperature preovlađuju u šestoj grupi (mn2, mn1, mn4, mn5, pr5, mx1). One su sa različitim učešćem u prvoj dimenziji i učestvuju u formiranju pete grupe koja je ostvarila pozitivan efekat na genotipove sa ispod prosečnim brojem zrna po klasu (J-21 i Nonius) sa Zemun Poljem 2010. godine. U sedmoj grupi su promenljive mx2 i pr4 sa značajnim učešćem u drugoj dimenziji i od važnosti za interakciju genotipova Sremac i J-27 sa Kragujevcem 2010. godine.

Kod višeredog ječma, drugom dimenzijom jasno su izdvojene sredine po godinama ispitivanja (graf. 41). Kao i kod dvoredog, Zemun Polje i Kragujevac u obe godine imaju slične interakcijske efekte, dok se Zaječar razlikuje u efektu u odnosu na ostale sredine. Upoređujući prvu i drugu godinu istraživanja, najveće razlike u interakciji od svih lokacija ispoljene su u Kragujevcu. Kao i kod AMMI-1 modela najveći doprinos ukupnoj interakciji ostvaren je u Zemun Polju 2009. godine i Zaječaru 2010. godine. Prva godina istraživanja u Kragujevcu najmanje je doprinela ukupnoj interakciji što nije u saglasnosti sa rezultatima AMMI-1 modela.

Drugom dimenzijom PLS modela kod višeredog ječma (graf. 41) izdvojeni su genotipovi sa iznad prosečnim vrednostima broja zrna po klasu (Javor, Ozren, J-16, NS-

737, Grand, Atlas) od genotipova sa ispod prosečnim vrednostima ove osobine (Sremac, J-27, J-21, J-29, J-33, J-9, Somborac, NS-313, Leotar).



Grafikon 41. PLS triplot za broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

#### 6.3.4. Masa 1000 zrna

Metodom unakrsnog vrednovanja kod dvoredog ječma za masu 1000 zrna izdvojene su dve visoko značajne ( $P < 0.01$ ) latentne dimenzije koje zajedno objašnjavaju 47.8% interakcije. Prva dimenzija učestvuje sa 30.9%, a druga sa 16.9% u ukupnoj interakciji

(graf. 42). Kod višeredog prvom dimenzijom je objašnjeno 38.5%, a drugom 16.6% ukupne interakcije (graf. 43). Obe su visoko značajne ( $P < 0.01$ ).

Tabela 33. Procentualno učešće promjenljivih u prvoj i drugoj dimenziji PLS modela za masu 1000 zrna dvoredog i višeredog ječma

Klimatske promenljive	Dvoredi ječam		Višeredi ječam	
	Dimenzija 1	Dimenzija 2	Dimenzija 1	Dimenzija 2
EI	3.1	62.6	31.7	30.1
mn1	<b>83.3</b>	10.5	25.8	72.5
mn2	74.2	24.6	11.2	<b>84.2</b>
mn3	51.1	16.7	4.3	44.6
mn4	<b>84.9</b>	3.7	28.6	45.9
mn5	<b>94.6</b>	0.4	57.8	28.8
mx1	42.2	0.3	30.1	31.9
mx2	57.1	25.1	77.7	0.6
mx3	0.0	<b>94.0</b>	39.9	53.4
mx4	27.4	70.1	<b>86.3</b>	10.5
mx5	<b>82.4</b>	13.1	22.7	75.7
pr1	1.9	<b>88.1</b>	21.1	72.5
pr2	71.4	0.4	55.1	31.5
pr3	2.8	<b>82.9</b>	51.4	35.0
pr4	45.4	33.7	<b>84.5</b>	0.0
pr5	35.7	0.6	19.5	21.6
rv1	30.4	39.6	0.4	77.4
rv2	<b>97.2</b>	0.1	51.5	38.2
rv3	14.5	73.1	7.8	74.8
rv4	6.8	78.3	15.8	65.5
rv5	3.2	<b>89.5</b>	25.4	63.3
os1	49.8	45.2	0.9	<b>88.6</b>
os2	46.4	17.8	51.0	0.0
os3	2.8	<b>91.3</b>	20.9	75.8
os4	28.8	67.2	<b>83.3</b>	10.2
os5	39.8	36.5	2.0	<b>83.3</b>
tv1	25.6	16.0	0.2	27.5
tv2	34.5	57.5	0.1	<b>90.5</b>
tv3	37.3	35.5	60.9	2.3
tv4	73.6	22.7	<b>86.7</b>	1.9
tv5	<b>98.1</b>	0.9	46.9	47.5
htk	7.0	<b>83.0</b>	12.2	<b>82.8</b>
bki	4.1	<b>93.7</b>	20.4	78.8
btd	19.1	3.7	9.7	30.8
bld	0.0	5.3	4.9	0.4

Kod dvoredog ječma, ukupno šest promenljivih je izdvojeno (mn1, mn4, mn5, mx5, rv2, tv5) na osnovu procentualne zastupljenosti (> 80%) u prvoj latentnoj dimenziji (tab. 33). U drugoj dimenziji je sedam promenljivih bilo sa značajnom zastupljenošću (mx3, pr1, pr3, rv5, os3, htk, bki). Prva dimenzija predstavlja kontrast između relativne vlažnosti vazduha u martu i temperaturnih variranja u junu nasuprot minimalnim temperaturama u junu mesecu. Druga dimenzija se može tumačiti kao kontrast između relativne vlažnosti vazduha u junu nasuprot maksimalnim temperaturama i osunčanosti u aprilu. Promenljive koje pokazuju broj ledenih dana (bld) i broj tropskih dana (btd) su imale malo učešće u obe dimenzije (< 20%) i kao takve imaju mali značaj u interpretaciji interakcije (tab. 33). Kod višeredog ječma visoku varijabilnost prve dimenzije (> 80%) imale su promenljive koje su vezane za maj mesec (mx4, pr4, os4, tv4) dok su varijabilnost preko 80% druge dimenzije imale promenljive mn2, os1, os5, tv2, htk. Prva dimenzija se može tumačiti kao kontrast između temperaturnih variranja, maksimalnih temperatura i osunčavanja u maju i padavina sa druge strane u istom mesecu. Drugu dimenziju definišemo kao kontrast između trajanja sunčevog zračenja u periodu od novembra do februara i temperaturnih variranja u martu. Bez značaja za interakciju bila je promenljiva bld (tab. 33).

Prvom dimenzijom kod dvoredog ječma PLS triplotom (graf. 42) su jasno izdvojene pojedine grupe klimatskih promenljivih. Pozitivne skorove imaju minimalne temperature, dok negativne imaju relativna vlažnost vazduha i temperaturna variranja. Kod višeredog druga dimenzija jasno grupiše grupe promenljivih (graf. 43). Pozitivnim skorovima su označene promenljive koje pripadaju relativnoj vlažnosti vazduha i temperaturnim variranjima, a negativnim minimalne temperature. Kod obe grupe ječma padavine su uglavnom uz lokalitete u 2010. godini sa izuzetkom padavina u martu mesecu.

Na grafiku PLS triplota (graf. 42) za masu 1000 zrna dvoredog ječma uočavamo sedam grupa promenljivih raspoređenih na osnovu korelisanosti sa sličnim ili različitim uticajem na ukupnu interakciju genotipa i spoljašnje sredine. U prvoj grupi su promenljive (mn5, mx2, os2, pr4, mx1, pr5) sa učešćem oko 50% u prvoj dimenziji (izuzev mn5) i efekta na pozitivnu interakciju genotipova J-103, J-90 i Jagodinca sa Zemun Poljem 2010. godine dok su u drugoj grupi promenljive (mn4, mn1, mn2, mn3) sa zastupljenošću preko 70% u prvoj dimenziji (izuzev mn3) koje pripadaju minimalnim temperaturama. Od

značaja su za pozitivnu interakciju genotipova J-176 i NS-293 sa Zemun Poljem 2009. godine. Promenljive sa značajnom zastupljenošću u drugoj dimenziji (mx3, bki, os3, EI) nalaze se u trećoj grupi i od uticaja su na liniju J-110. Četvrtoj grupi pripadaju promenljive koje pripadaju aprilu i maju (tv4, tv3, os4, mx4) sa različitim učešćem u prvoj dimenziji i zajedno sa trećom grupom imaju efekat na pozitivnu interakciju grupe genotipova (NS-519, NS-589, NS-565, J-81, J-104, NS-595) 2009. godine sa Kragujevcem. Presudan pozitivan uticaj na genotipove Maksa, J-96 i NS-587 u Zaječaru 2009. i 2010. godine imale su promenljive iz pete grupe (tv5, rv2, mx5, pr2) koje su imale veoma značajno učešće u prvoj dimenziji kao i promenljive iz šeste grupe (os5, tv2, rv1, tv1) koje su imale podjednaku zastupljenost u obe dimenzije (tab. 33). Sa značajnim učešćem u drugoj dimenziji su promenljive iz sedme grupe koje pripadaju relativnoj vlažnosti i padavinama (htk, rv4, rv5, pr3, pr1, rv3) koje su imale pozitivan efekat na J-82, NS-183 i NS-593 u Kragujevcu i Zaječaru 2010. godine.

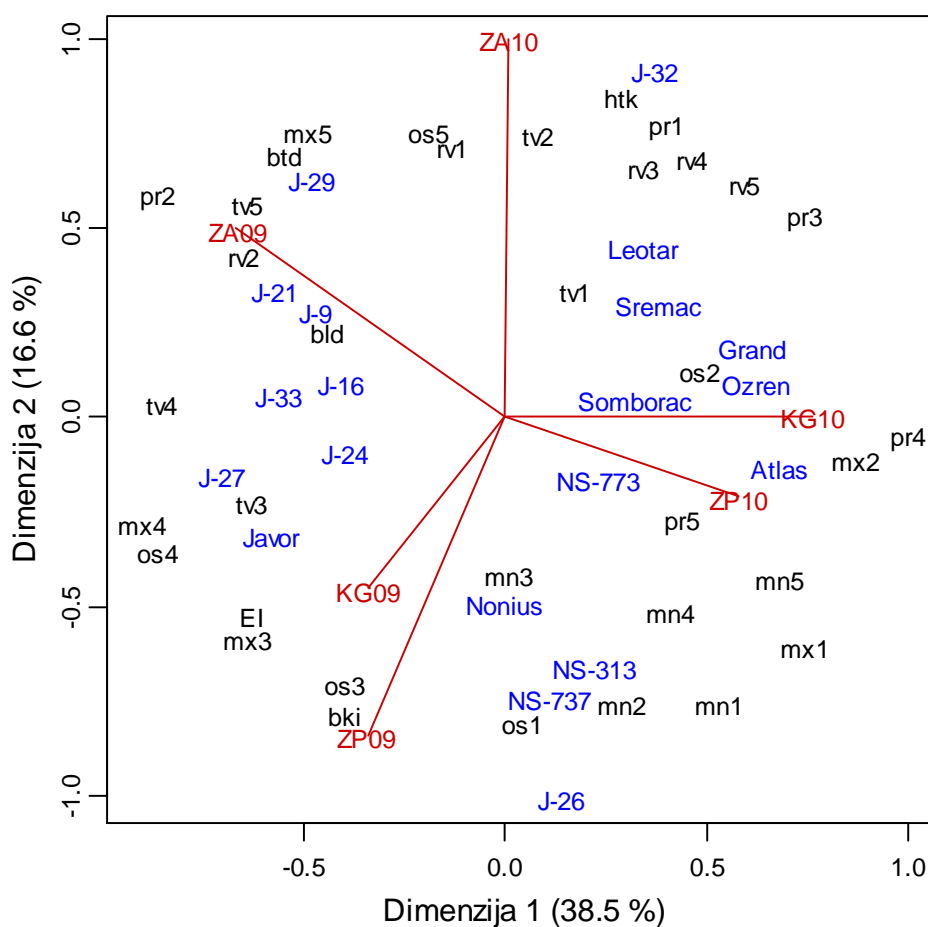
Na PLS triplotu za masu 1000 zrna dvoredog ječma (graf. 42) drugom dimenzijom su jasno odvojene sredine po godinama istraživanja. Slični interakcijski efekti na genotipove u Kragujevcu i Zemun Polju 2009. i 2010. godine kao i kod ostalih osobina jasno su izraženi što je uočeno i na AMMI-1 biplotu. Lokalitet Kragujevac kada se upoređuju godine ispitivanja ima najveće razlike u interakciji. Grupu sredina sa značajnijim doprinosom u interakciji čine Zemun Polje i Zaječar u 2009. godini kao i Zaječar u 2010. godini dok je kod AMMI-1 modela samo Zaječar 2009. godine pokazao značajnu interakciju.

Grafik PLS triplota (graf. 43) kod višeredog ječma za masu 1000 zrna izdvaja ukupno pet grupa međusobno korelisanih promenljivih. Prvu grupu čine promenljive (pr4, mx2, os2) sa zastupljenošću preko 50% u prvoj dimenziji i pozitivnog uticaja na interakciju genotipova (Grand, Somborac, Atlas, Ozren) sa različitom vrednošću mase 1000 zrna u 2010. godini sa Kragujevcem i Zemun Poljem. Presudan značaj u obe godine u Zemun Polju na genotipove Nonius, NS-737, NS-313 i J-26 imale su promenljive iz druge grupe (mn4, mn1, mn2, mn3, os1) koje su imale veću zastupljenost u drugoj u odnosu na prvu dimenziju i uglavnom pripadaju minimalnim temperaturama. U trećoj grupi su promenljive u mesecu aprilu i maju (tv4, mx4, os4, tv3, EI, mx3). Značajne su za specifičnu pozitivnu





godine efekti se razlikuju u odnosu na ostale sredine. AMMI-1 modelom potvrđen je samo sličan efekat Zemun Polja i Kragujevca u 2010. godine. Razlike u interakciji u odnosu na godinu ispitivanja najviše su ispoljene u Kragujevcu. Kao i kod dvoredog, najveći doprinos ukupnoj interakciji je ostvaren u Zemun Polju i Zaječaru 2009. godine i Zaječaru 2010. godine. PLS modelom prikazan je mali doprinos interakciji Kragujevca u 2009. godini i Zemun Polja u 2010. godini. AMMI-1 modelom potvrđen je samo doprinos Kragujevca u prvoj godini istraživanja.



Grafikon 43. PLS triplot za masu 1000 zrna genotipova višeredog ječma

### 6.3.5. Hektolitarska masa

Metodom unakrsnog vrednovanja kod dvoredog ječma za hektolitarsku masu izdvojene su dve visoko značajne ( $P < 0.01$ ) latentne dimenzije. Prvom je objašnjeno 23.8%, a drugom 18.0% interakcije (graf. 44). Kod višeredog ječma za istu osobinu nije utvrđena povezanost klimatskih promenljivih sa interakcijom genotipa i spoljašnje sredine tako da PLS model neće biti proučavan.

Na osnovu varijabilnosti od preko 80% u prvoj dimenziji izdvojene su promenljive (mx3, pr1, rv3, rv5, os3, tv2, htk, bki) sa značajnim učešćem u interakciji dok su sa druge strane promenljive (mn5, rv2, tv4, tv5) imale isto učešće u drugoj dimenziji. Prva dimezija može se predstaviti kao kontrast između padavina u periodu od novembra do februara i trajanja sunčevog zračenja u aprilu, dok druga dimenzija predstavlja kontrast između padavina i relativne vlažnosti vazduha u martu i minimalnih temperatura u junu. Promenljive bld i btd imale su malo učešće u obe dimenzije ( $< 20\%$ ) i njen uticaj na interakciju je minimalan (tab. 34).

Klimatske promenljive koje se odnose na relativnu vlažnost vazduha i minimalne temperature jasno su izdvojene prvom dimenzijom PLS modela (graf. 44). Padavine se uglavnom raspoređene uz lokalitete u 2010. godini sa izuzetkom padavina u martu.

Na triplotu PLS modela kod dvoredog ječma (graf. 44) uočavamo pet vezanih grupa promenljivih formiranih na osnovu korelisanosti. U prvoj grupi su promenljive (bki, os3, mx3) sa veoma značajnim učešćem ( $> 80\%$ ) u prvoj dimenziji i od značaja za specifičnu pozitivnu interakciju genotipova (NS-593, J-82, NS-293) sa iznad prosečnom hektoltarskom masom sa Kragujevcem i Zemun Poljem 2009. godine. Drugoj grupi pripadaju uglavnom temperaturne promenljive različitog učešća u prvoj dimenziji (os1, mn2, mn1, mn3, mn4, mx1, mn5, pr5) i od važnosti za hektolitarsku masu genotipova NS-183, NS-595 i J-110. U trećoj su promenljive u martu i maju (pr4, mx2, os2) sa značajnim zastupljenošću u drugoj dimenziji i uticaja na pozitivnu interakciju sorti NS-587 i Maksa sa Kragujevcem 2010. godine. Promenljive sa varijabilnošću preko 50% u prvoj dimenziji cine četvrtu grupu (htk, pr1, rv5, rv3, tv2, rv4, pr3, rv1, os5). Značaj ove grupe ispoljen je na pozitivan efekat genotipova NS-525, Rekord, Jagodinac, J-81 u Zaječaru 2010. godine. U petoj grupi su promenljive (mx5, tv5, rv2, pr2, tv4)

koje su sa značajnim učešćem u drugoj dimenziji i pozitivnog uticaja na genotipove (NS-519, NS-589, NS-565, J-104, J-90) u Zaječaru 2009. godine.

Tabela 34. Procentualno učešće promjenljivih u prvoj i drugoj dimenziji PLS modela za hektolitarsku masu dvoredog ječma

Klimatske promjenljive	Dvoredi ječam	
	Dimenzija 1	Dimenzija 2
EI	41.8	18.6
mn1	34.9	63.4
mn2	51.8	45.2
mn3	28.4	24.3
mn4	17.0	62.5
mn5	4.0	<b>87.2</b>
mx1	10.5	45.2
mx2	7.7	74.3
mx3	<b>85.4</b>	9.8
mx4	41.9	53.9
mx5	38.6	59.4
pr1	<b>93.6</b>	1.4
pr2	5.4	77.6
pr3	65.9	17.7
pr4	10.8	69.5
pr5	8.4	31.7
rv1	65.2	13.1
rv2	9.1	<b>83.1</b>
rv3	<b>82.6</b>	0.7
rv4	78.8	0.1
rv5	<b>85.1</b>	1.9
os1	69.8	20.7
os2	7.2	51.6
os3	<b>96.9</b>	1.1
os4	41.0	53.3
os5	64.9	20.5
tv1	20.3	9.4
tv2	<b>80.8</b>	11.3
tv3	20.2	50.3
tv4	5.2	<b>87.2</b>
tv5	13.8	<b>83.2</b>
htk	<b>94.1</b>	0.0
bki	<b>98.5</b>	0.7
btd	15.2	20.5
bld	2.5	2.4



### 6.3.6. Prinos zrna

Za prinos zrna dvoredog ječma, metodom unakrsnog vrednovanja izdvojene su dve visoko značajne latentne dimenzije ( $P < 0.01$ ) kojima se objašnjava uticaj klimatskih promenljivih na interakciju. Prvom dimenzijom je objašnjeno 21.4%, a drugom 12.3% varijansi interakcije (graf. 45). Kod višeredog ječma za istu osobinu nije utvrđena povezanost klimatskih promenljivih sa interakcijom genotipa i spoljašnje sredine tako da PLS model neće biti proučavan.

Na osnovu procentualnog učešća u prvoj latentnoj dimenziji kod dvoredog ječma je izdvojeno pet promenljivih (mn2, rv3, os1, tv2, bki) sa visokom varijabilnošću ( $> 80\%$ ). Tri promenljive imaju učešće u drugoj dimenziji preko 80% (mx4, os4, tv4). Prva dimenzija se može predstaviti kao kontrast između trajanja sunčevog zračenja u periodu od novembra do februara sa jedne strane i temeprturnog variranja u martu i relativne vlažnosti vazduha u aprilu sa druge strane. Druga dimenzija je kontrast između temperaturnih variranja u maju i padavina u istom mesecu. Mali doprinos objašnjenju ukupne interakcije imaju promenljive broj tropskih dana (btd) i broj ledenih dana (bld), (učešće u obe dimenzije manje od 20%; tab.35).

Na PLS triplotu (graf. 45) se zapaža da su pojedine grupe klimatskih promenljivih razdvojene prvom dimenzijom. Pozitivne skorove imaju promenlive koje se odnose na relativnu vlažnost vazduha i temeprturna variranja, a negativne one vezane za srednje minimalne temperature. Kao i kod ostalih osobina padavine se grupišu uz lokalitete u 2010. godini sa izuzetkom promenljivih koja označava padavine u martu.

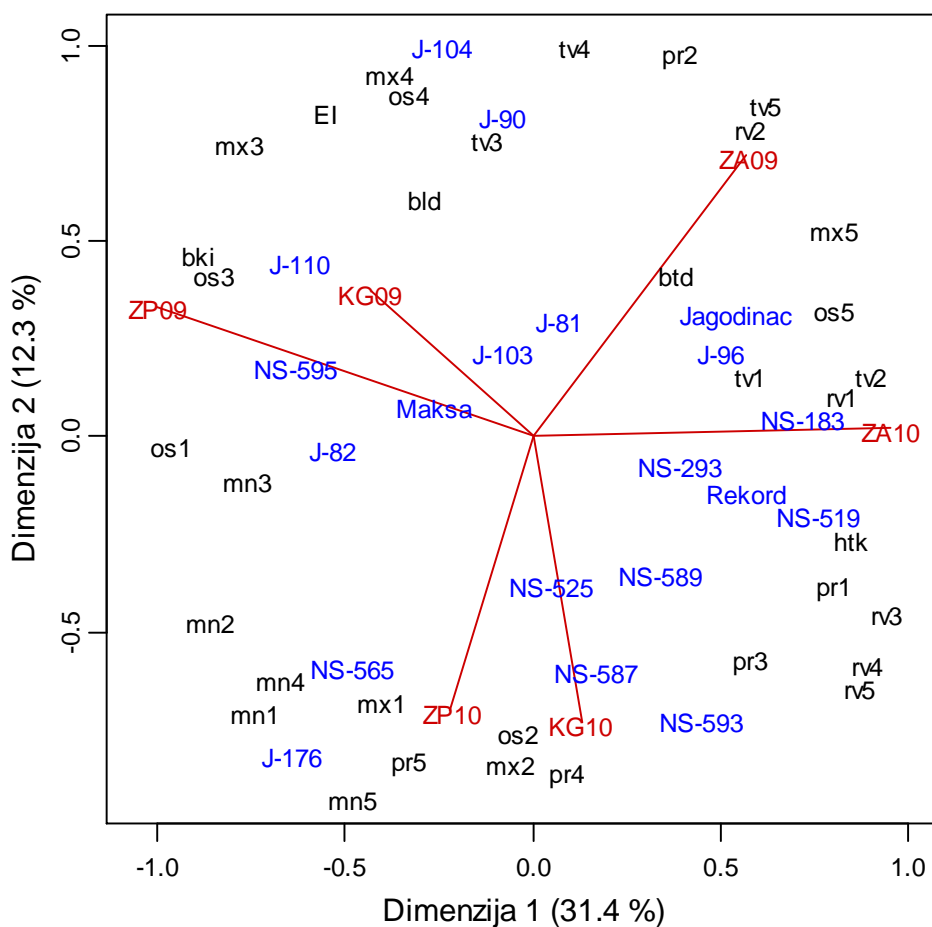
Detaljna informacija o interakciji pojedinačnih promenljivih, genotipova i spoljašnjih sredina prikazana je pomoću PLS triplota (graf. 45). Sve raspoložive promenljive raspoređene su u pet vezanih grupa sa sličnim ili različitim uticajem na ukupnu interakciju. U prvoj grupi su promenljive (tv2, rv3, htk, os5, rv1, rv4, rv5, pr1, pr3, tv1) sa visokim učešćem u prvoj dimenziji (izuzev tv1 i pr3). Ostvarile su pozitivan efekat na interakciju genotipova (J-96, NS-183, NS-519, NS-293, Rekord) sa Zaječarom 2010. godine. Drugoj grupi pripadaju promenljive (os2, pr4, mx2) sa značajnim učešćem u drugoj dimenziji i od značaja za interakciju sorte NS-587 sa Kragujevcem u drugoj godini

ispitivanja. Promenljive iz treće grupe (os1, mn2, mn1, mn3, mn4, mn5, mx1) koje uglavnom pripadaju minimalnim temperaturama sa različitim učešćem u prvoj dimenziji od

Tabela 35. Procentualno učešće promenljivih u prvoj i drugoj dimenziji PLS modela za prinos zrna dvoredog ječma

Klimatske promenljive	Dvoredi ječam	
	Dimenzija 1	Dimenzija 2
EI	25.0	43.4
mn1	66.8	30.0
mn2	<b>83.9</b>	14.8
mn3	54.7	6.8
mn4	49.0	34.6
mn5	28.3	64.7
mx1	22.1	28.0
mx2	0.3	75.7
mx3	58.0	37.5
mx4	11.8	<b>83.5</b>
mx5	71.4	25.1
pr1	78.2	10.6
pr2	22.9	56.7
pr3	37.7	44.0
pr4	0.1	77.9
pr5	19.1	23.7
rv1	73.0	0.5
rv2	38.4	56.4
rv3	<b>82.6</b>	6.3
rv4	72.6	13.6
rv5	72.3	21.2
os1	<b>92.6</b>	1.6
os2	0.3	57.6
os3	75.6	18.3
os4	10.7	<b>81.2</b>
os5	77.4	3.0
tv1	35.5	1.5
tv2	<b>92.1</b>	0.1
tv3	1.5	64.9
tv4	1.9	<b>90.2</b>
tv5	45.7	52.3
htk	79.4	10.0
bki	<b>80.1</b>	17.8
btd	19.8	8.2
bld	3.2	4.6

presudnog su značaja za pozitivnu interakciju genotipova NS-565 i J-176 sa Zemun Poljem 2010. godine. Promenljive koje pripadaju aprilu (bki, os3, mx3) koje imaju učešće preko 50% u prvoj dimenziji i formiraju četvrtu grupu koja je zajedno sa petom grupom promenljivih (tv4, EI, mx4, os4, tv3) koja ima značajno učešće u drugoj dimenziji imala presudan uticaj na prinos zrna genotipova J-110, J-104, J-90 i NS-595.



Grafikon 45. PLS triplot za prinos zrna genotipova dvoredog ječma

Prvom dimenzijom PLS modela (graf. 45) jasno su izdvojene sredine na osnovu godine ispitivanja. Slične interakcije sa genotipovima ostvarene su u Zemun Polju i Kragujevcu obe godine ispitivanja, dok je struktura interakcije u Zaječaru i kod prinosa zrna bila izdvojena. AMMI-1 model nije potvrdio ovakve rezultate. Razlike u interakciji u



odnosu na godinu ispitivanja najviše su ispoljene u Kragujevcu. Najmanji doprinos ukupnoj interakciji je bio u Kragujevcu 2009. i 2010. godine kao i u Zemun Polju 2010. godine dok su ostale sredine imale značajnije učešće. AMMI-1 model delimično ovo potvrđuje jer je po tim rezultatima najveća stabilnost ostvarena u Kragujevcu tokom obe godine istraživanja.

#### 6.4. KORELACIONA ZAVISNOST IZMEĐU ISPITIVANIH OSOBINA

Najvažniji zadatak svakog oplemenjivačkog programa je stvaranje genotipa koji je po svojim svojstvima superioran u odnosu na postojeće. Za postizanje ovog cilja neophodno je poznavati međusobnu povezanost osobina kako bi put do ostvarenog cilja bio što kraći i efikasniji. Zavisnost ispoljavanja jedne osobine od druge naziva se korelacijom, a intenzitet te zavisnosti izražava se stepenom korelacije. Poznavanje korelativnih odnosa omogućavaju oplemenjivačima ječma u kom pravcu treba usmeriti selekciju.

Prosečne vrednosti Pirsonovog koeficijenta korelacije ( $r$ ) ispitivanih osobina kod dvoredog ječma kao i pojedinačne vrednosti za svaku spoljašnju sredinu prikazani su u tabeli 36 i 37. Najveću pozitivnu srednju vrednost koeficijenata korelacije imaju dužina klasa i broj zrna po klasu ( $r=0.724$ ), a najveću negativnu ( $r=-0.325$ ) masa 1000 zrna i broj zrna po klasu. Ovi parovi osobina su imali ujedno u svim ispitivanim sredinama sve pozitivne odnosno negativne vrednosti. Standardna devijacija (s.d.), koeficijent varijacije (CV) kao i minimalne i maksimalne vrednosti koeficijenata ukazuju na veliko variranje u zavisnosti od spoljašnje sredine u kojima su ogledi izvođeni. Jedino su korelacije između dužina klasa i broja zrna po klasu (DK-BZK) pokazali male vrednosti za ove parametre (s.d.=0.063, CV=0.087, min=0.639, max=0.789), a time i stabilnost.

Vizelni prikaz korelacija parova osobina dvoredog ječma prikazan je na biplotu (graf. 46). Dužina vektora parova pokazuje jačinu korelacione povezanosti, dok na osnovu kosinusa ugla između vektora parova osobina i spoljašnjih sredina možemo videti kakvog je predznaka bila korelacija. Oštar ugao ( $< 90^\circ$ ) ukazuje na pozitivnu, dok tup ugao ( $> 90^\circ$ ) na negativnu korelaciju. Položaj para DK-BZK ukazuje na oštar ugao sa svim spoljašnjim sredinama što ukazuje da je u svakoj od njih imao pozitivne vrednosti koeficijenta. Sa druge strane M1000-BZK je imao u svim sredinama negativne vrednosti koeficijenta

korelacije što pokazuje i ugao njegovog vektora. Možemo izdvojiti parove HM-VIS i VIS-BZK koje su u svim sredinama imale pozitivnu korelaciju osim u Zemun Polju 2010. godine (HM-VIS) odnosno u Zaječaru 2009. godine (VIS-BZK). Sa druge strane M1000-HM su bile na svim lokalitetima negativno korelisane, osim u Zemun Polju 2010. godine kada je korelacija bila pozitivna. U ovoj sredini najveći broj parova je ostvario negativan korelacijski efekat. Zemun Polje i Kragujevac 2009. i Zaječar 2010. godine imali su slične efekte na pojedine parove osobina na šta ukazuje i položaj na biplotu. PRI-M1000, PRI-DK, PRI-BZK, M1000-DK, HM-VIS, VIS-BZK, DK-BZK su imali pozitivne vrednosti korelacionog koeficijenta u ovim spoljašnjim sredinama.

Tabela 36. Deskriptivna statistika koeficijenata korelacije kod dvoredog ječma

	Srednja vrednost	Standardna devijacija (s.d.)	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije (CV)
PRI-M1000	0.115	0.236	-0.280	0.366	2.052
PRI-HM	0.020	0.196	-0.154	0.335	9.800
PRI-VIS	-0.130	0.263	-0.372	0.258	2.023
PRI-DK	0.142	0.283	-0.222	0.543*	1.993
PRI-BZK	0.090	0.312	-0.370	0.451*	3.467
M1000-HM	-0.050	0.115	-0.159	0.160	2.300
M1000-VIS	-0.016	0.148	-0.272	0.178	9.250
M1000-DK	-0.066	0.381	-0.674*	0.248	0.575
M1000-BZK	-0.325	0.234	-0.580*	-0.079	0.720
HM-VIS	0.220	0.258	-0.176	0.535*	1.172
HM-DK	0.003	0.175	-0.213	0.191	58.333
HM-BZK	0.141	0.281	-0.215	0.455*	1.993
VIS-DK	0.141	0.283	-0.232	0.524*	2.007
VIS-BZK	0.177	0.199	-0.139	0.425	1.124
DK-BZK	0.724	0.063	0.639*	0.789*	0.087

\*  $P < 0.05$ ; VIS-visina stabla; DUK-dužina klasa; BZK-broj zrna po klasu; M1000-masa 1000 zrna; HM-hektolitarska masa; PRI-prinos zrna

Tabela 37. Koeficijenti korelacije po ispitivanim sredinama kod dvoredog ječma

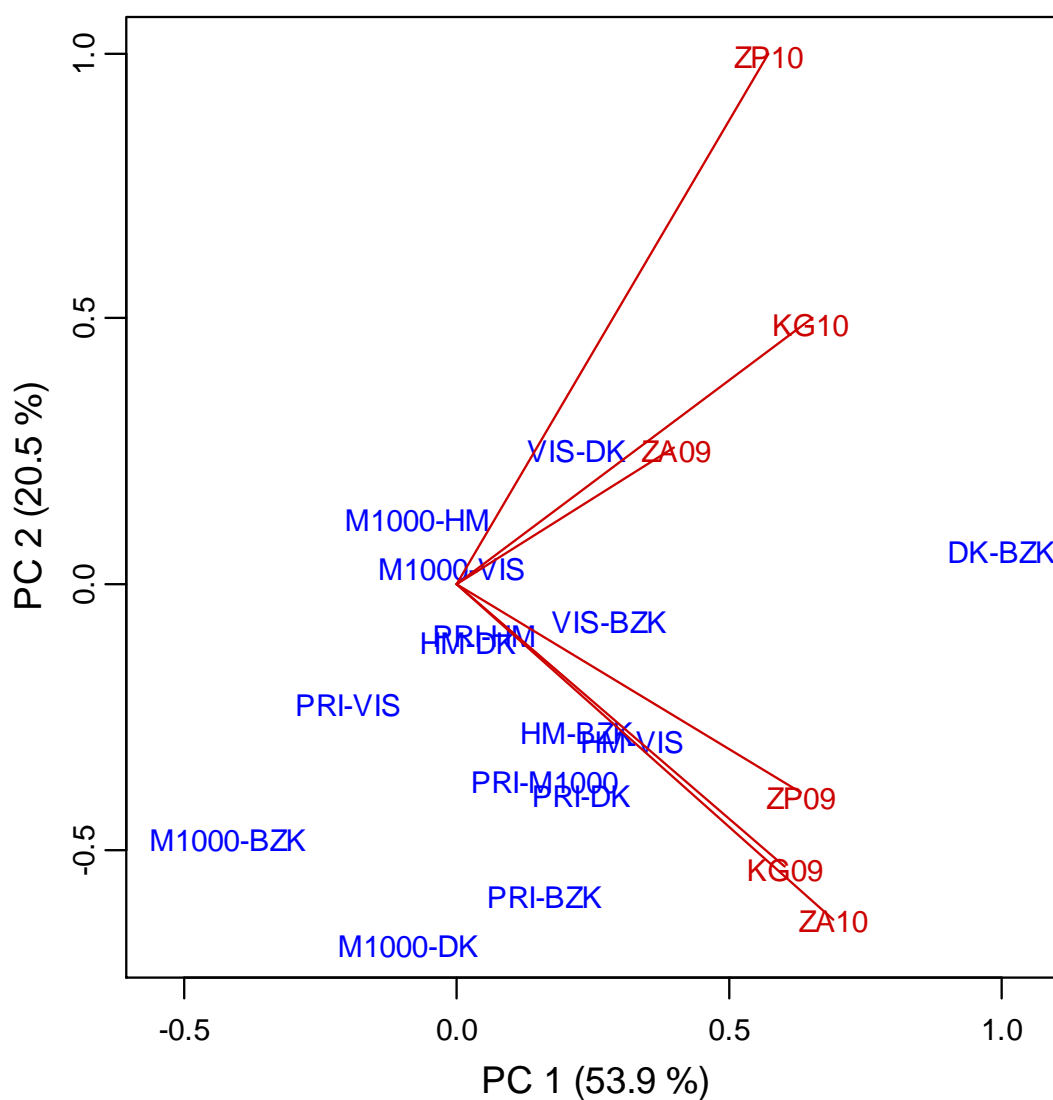
	KG09	ZP09	ZA09	KG10	ZP10	ZA10
PRI-M1000	0.287	0.366	0.109	-0.280	-0.021	0.227
PRI-HM	-0.141	0.086	-0.154	-0.127	0.124	0.335
PRI-VIS	-0.305	-0.084	0.258	-0.372	-0.367	0.089
PRI-DK	0.543*	0.205	-0.222	0.217	-0.147	0.257
PRI-BZK	0.366	0.179	-0.154	0.069	-0.370	0.451*
M1000-HM	-0.020	-0.069	-0.159	-0.067	0.160	-0.146
M1000-VIS	-0.272	0.178	-0.060	0.045	-0.003	0.017
M1000-DK	0.219	0.189	0.010	-0.674*	-0.389	0.248
M1000-BZK	-0.196	-0.079	-0.580*	-0.457*	-0.559*	-0.081
HM-VIS	0.535*	0.151	0.083	0.440	-0.176	0.290
HM-DK	-0.181	0.171	-0.042	0.191	-0.213	0.091
HM-BZK	-0.145	0.404	0.086	0.262	-0.215	0.455*
VIS-DK	-0.232	0.217	-0.142	0.176	0.524*	0.306
VIS-BZK	0.087	0.270	-0.139	0.119	0.303	0.425
DK-BZK	0.700*	0.789*	0.671*	0.639*	0.778*	0.768*

\*  $P < 0.05$  VIS-visina stabla; DUK-dužina klasa; BZK-broj zrna po klasu; M1000-masa 1000 zrna; HM-hektolitarska masa; PRI-prinos zrna

Kod višeredog ječma, najveću pozitivnu srednju vrednost koeficijenta korelacije je imao par osobina DK-BZK ( $r=0.710$ ), a najveću negativnu par M1000-BZK ( $r=-0.441$ ; tab. 38). VIS-DK, VIS-BZK, DK-BZK su parovi čija minimalna vrednost koeficijenta ima pozitivan predznak, dok je M1000-BZK jedini par čija maksimalna vrednost koeficijenta ima negativan predznak. Na osnovu standardne devijacije (s.d.) i koeficijenta varijacije (CV) kao i kod dvoredog uočava se veliko variranje u zavisnosti od lokaliteta i godine ispitivanja. Jedino je par DK-BZK ostvario najmanje vrednosti ovih parametara čime je pokazao relativnu stabilnost (s.d.=0.088, CV=0.123, min=0.601, max=0.815). Pojedinačne vrednosti koeficijenta korelacije po ispitivanim sredinama prikazani su u tabeli 39.

Na biplotu (graf. 47) dužina vektora parova kod višeredog ječma pokazuje da su DK-BZK i M1000-BZK sa najvećim apsolutnim vrednostima prosečnog koeficijenta, a da su PRI-M1000, M1000-HM, M1000-VIS, PRI-BZK sa najmanjim. Na osnovu ugla vektora možemo izdvojiti četiri homogene grupe koje pokazuju različitu reakciju na uslove spoljašnje sredine. Prvu grupu čine VIS-DK, VIS-BZK, DK-BZK koje su u svim sredinama imale pozitivne korelacije. U drugoj grupi su parovi HM-BZK, HM-DK, HM-VIS sa svim pozitivnim koeficijentima osim u Zemun Polju 2010. godine. M1000-DK i PRI-VIS su

jedino u Zaječaru 2010. godine imali pozitivne korelacije, dok su u ostalim sredinama bili negativni. Ova dva para čine treću grupu. Par M1000-BZK je u četvrtoj grupi i u svim sredinama je imao negativne vrednosti koeficijenta korelacije.



Grafikon 46. Biplot koeficijenata korelacije i ispitivanih sredina kod dvoredog ječma

Tabela 38. Deskriptivna statistika koeficijenata korelacije kod višeredog ječma

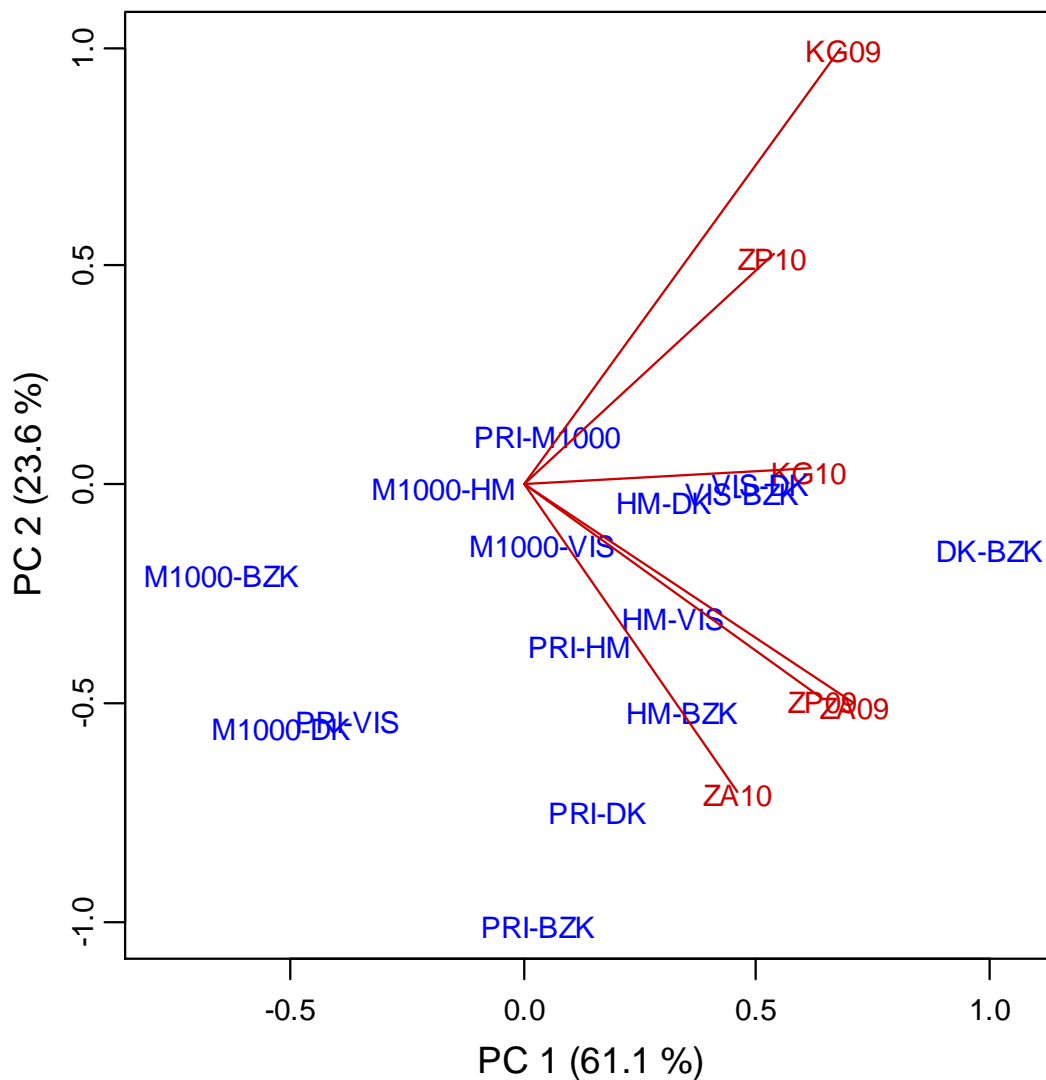
	Srednja vrednost	Standardna devijacija (s.d.)	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije (CV)
PRI-M1000	0.038	0.245	-0.280	0.344	6.447
PRI-HM	0.096	0.227	-0.189	0.358	2.364
PRI-VIS	-0.256	0.274	-0.678*	0.089	1.070
PRI-DK	0.114	0.378	-0.510*	0.541*	3.315
PRI-BZK	0.034	0.478	-0.710*	0.457*	14.058
M1000-HM	-0.104	0.238	-0.413	0.160	2.288
M1000-VIS	0.032	0.130	-0.085	0.279	4.062
M1000-DK	-0.339	0.356	-0.716*	0.248	1.050
M1000-BZK	-0.441	0.225	-0.709*	-0.081	0.510
HM-VIS	0.220	0.230	-0.176	0.440	1.045
HM-DK	0.193	0.240	-0.213	0.443	1.243
HM-BZK	0.235	0.278	-0.215	0.525*	1.182
VIS-DK	0.360	0.126	0.176	0.524*	0.350
VIS-BZK	0.332	0.125	0.119	0.454*	0.376
DK-BZK	0.710	0.088	0.601*	0.815*	0.123

\*  $P < 0.05$  VIS-visina stabla; DUK-dužina klasa; BZK-broj zrna po klasu; M1000-masa 1000 zrna; HM-hektolitarska masa; PRI-prinos zrna

Tabela 39. Koeficijenti korelacije po ispitivanim sredinama kod višeredog ječma

	<b>KG09</b>	<b>ZP09</b>	<b>ZA09</b>	<b>KG10</b>	<b>ZP10</b>	<b>ZA10</b>
PRI-M1000	0.344	0.153	-0.193	-0.280	-0.021	0.227
PRI-HM	-0.189	0.358	0.078	-0.127	0.124	0.335
PRI-VIS	-0.678*	-0.164	-0.044	-0.372	-0.367	0.089
PRI-DK	-0.510*	0.326	0.541*	0.217	-0.147	0.257
PRI-BZK	-0.710*	0.306	0.457*	0.069	-0.370	0.451*
M1000-HM	-0.318	0.159	-0.413	-0.067	0.160	-0.146
M1000-VIS	-0.085	0.279	-0.062	0.045	-0.003	0.017
M1000-DK	-0.716*	-0.159	-0.344	-0.674*	-0.389	0.248
M1000-BZK	-0.555*	-0.284	-0.709*	-0.457*	-0.559*	-0.081
HM-VIS	0.119	0.217	0.431	0.440	-0.176	0.290
HM-DK	0.443	0.415	0.232	0.191	-0.213	0.091
HM-BZK	0.039	0.525*	0.346	0.262	-0.215	0.455*
VIS-DK	0.349	0.329	0.479*	0.176	0.524*	0.306
VIS-BZK	0.454*	0.411	0.280	0.119	0.303	0.425
DK-BZK	0.601*	0.815*	0.660*	0.639*	0.778*	0.768*

\*  $P < 0.05$  VIS-visina stabla; DUK-dužina klasa; BZK-broj zrna po klasu; M1000-masa 1000 zrna; HM-hektolitarska masa; PRI-prinos zrna



Grafikon 47. Biplot koeficijena korelacije i ispitivanih sredina kod višeredog ječma

## 7. DISKUSIJA

### 7.1. Agronomске osobine

Visina stabla kao direktna komponenta otpornosti na poleganje i indirektna komponenta prinosa zrna je jedna od najznačajnijih agronomskih osobina u oplemenjivanju ječma. Visina stabla je kvantitativna karakteristika i nalazi se pod velikim uticajem faktora spoljašnje sredine, uslovljavajući i veliku varijabilnost u potomstvu (*Vasques i sar., 1989*). Kod pšenice “geni zelene revolucije” Rht-B1b, Rht-D1b i Rht8 izazivaju značajno smanjenje visine stabla (*Perović i sar., 2008*). Prosečna visina stabla za sve ispitivane dvorede genotipove iznosila je 74.1 cm, a za višeredne 77.5 cm. Primenom *t*-testa je utvrđeno da su višeredi u poređenju sa dvoredim genotipovima imali visoko značajno veću visinu stabla što nije u saglasnosti sa podacima do kojih su došli *Kovačević (1986)*, *Lalić (1988)*, *Jui i sar. (1997)*. *Špunar (2002)* je došao do rezultata po kojima nema značajne razlike između ova dva tipa ječma. U odnosu na ovu osobinu oplemenjivanje je usmereno u pravcu dobijanja sorte kraće i cvršće stabljike, što bi omogućilo gajenje ječma u gušćem sklopu i uz primenu većih doza mineralnih đubriva. Visina stabla kod novih sorti ječma je značajno smanjena, naročito kod dvoredog i kreće se uglavnom od 60-80 cm (*Dodig, 2000*). *Pržulj (2000)* smatra da u daljem oplemenjivanju ozimog ječma visinu stabljike treba skratiti za oko 10-20 cm, a dalje promene treba usmeriti u pravcu debljine stabljike i iznalaženju anatomske strukture koja će obezbediti dovoljnu čvrstinu. Kod ječma gubici u prinosu uzrokovani poleganjem u nekim godinama mogu dostići i više od 65% (*Jezovski, 2003*). *Pržulj (1996)* navodi da i ako nema direktne zavisnosti između visine biljke i prinosa, smanjenje visine utiče na povećanje prinosa indirektno, preko povećanja mase 1000 zrna i povećanja otpornosti prema poleganju. Osim toga smanjena visina stabla biljaka utiče i na brži transport asimilativa do klasa i povećanje mase 1000 zrna (*Denčić, 1989; Pržulj, 1996; Yao i sar., 2011*). Upoređujući sorte i linije zapažamo da su kod obe forme ječma linije bile nešto niže (iako nesignifikantne) što ide u prilog činjenici da su u savremenim programima oplemenjivanja postignuti značajni rezultati u smanjenju visine stabla. Kod dvoredog ječma, sorte su imale prosečnu visinu 74.4 cm, a linije 73.6 cm, dok

je kod višeredih sorti prosek iznosio 78.5 cm, a linija 76.4 cm. Variranje visine stabla kod dvoredog ječma je iznosilo 9.37% što je bilo na nivou rezultata do kojih je došao *Singh (2011; 11.24%)*. *Shahinnia (2005)* i *Al-Tabbal (2012)* su dobili veće vrednosti koeficijenta varijacije (18.56 i 16.06%), dok je *Tam (2003)* utvrdio da je varijabilnost dvoredog ječma umerena (5%). Kod višeredog ječma, koeficijent varijacije je bio nešto veći (11.15%) što je bilo na nivou rezultata *Kumar i sar. (2013)* od 9.24%.

U formiranju visine prinosa zrna ječma pored listova, veliki značaj imaju i drugi zeleni organi (vršna internodija i klas). Klas predstavlja vršni organ ječma koji u funkcionalnom pogledu predstavlja akceptor asimilativa. Struktura klasa čini da on ima najviše koristi u korišćenju svetlosti u odnosu na druge delove biljke (*Sharma i sar., 2003*). Klas veće dužine, zbog aktivnije fotosinteze može bolje da služi kao izvor asimilativa, sa jedne strane, ali i kao akceptor asimilativa sa druge strane (*Stojanović, 1993*). Povećanje dužine klasa kod dvorede i višereda forme ječma predstavlja jedno od najperspektivnijih pravaca oplemenjivanja kako ječma, tako i pšenice na veću rodnost (*Evans, 1984; Borojević, 1990; Denčić, 1990; Stojanović i sar., 1998; Dodig, 2000*). Dužina klasa, njegova zbijenost i broj redova zrna utiču na broj zrna (*Pržulj i Momčilović, 1995*). *Konovalov i Sidorenko (1990)* analizirajući prinos i komponente prinosa, uočavaju da su najbolje sorte ječma dobijene uz optimalni odnos pojedinih komponenata prinosa. Višeredi ječam po jedinici dužine klasa sadrži daleko veći broj zrna u odnosu na dvoredi ječam, te da kod višereda forme i manje povećanje dužine klasa prati značajnije povećanje broja zrna u klasu. Zato je i povećanje dužine klasa višereda forme ječma jedan od glavnih ciljeva u oplemenjivanju (*Stojanović i sar., 1998*). Prosečna dužina klasa za sve ispitivane dvorede genotipove bila je 8.25 cm, a višereda 5.89 cm. Primenom *t*-testa utvrđena je značajno veća dužina klasa dvoredog ječma što su utvrdili i *Lalić (1988)*, *Stojanović i sar. (1998)* i *Dodig (2000)*. Kod obe forme ječma linije su bile nešto većih dužina klasova u odnosu na sorte iako razlika nije bila značajna. Kod dvoredog za 0.12 cm, a kod višeredog za 0.27 cm. Koeficijent varijacije kod dvoredog ječma iznosio je 7.66%, a kod višeredih genotipova 17.42% što je na nivou rezultata koje su ustanovili *Mishra i sar., (2007)* i *Kumar i sar. (2013)*. *Shahinnia (2005)* dolazi do znatno većih vrednosti koeficijenta varijacije višeredog ječma (27.79%). U poređenju sa koeficijentom varijacije dvoredih genotipova to je



značajno veće variranje koje su utvrdili i *Lalić (1988)*, *Stojanović i sar. (1998)* i *Dodig (2000)*.

Broj zrna po klasu je direktna komponenta prinosa zrna koje mnogi istraživači smatraju i najvažnijom komponentom prinosa zrna i važnom osobinom u oplemenjivanju i selekciji ječmova (*Grafius i sar., 1976; Choo i sar., 1980*). *Miralles i sar. (2000)* i *Barczak i Majcherczak (2009)* ukazuju da je kod ječma povećanje prinosa uslovljeno povećanjem broja zrna po klasu, dok *Schillinger (2005)* smatra da visok broj zrna po klasu može da kompenzira smanjen broj klasova i biljaka po jedinici površine. Isti autor ističe da u sušnim uslovima smanjenje prinosa nastaje zbog smanjenog broja zrna po klasu. Višeredi ječam u principu ima veći broj zrna po klasu tako da broj dostiže do 100 i više, a kod dvoredog varira od 30 do 40 (*Madić i sar., 2004*). Prosečna vrednost broja zrna po klasu za sve ispitivane genotipove dvoredog ječma bila je 22.9. *Denčić i sar. (1992)* smatraju da projektovani ideotip klasa dvoredog ječma podrazumeva 40 zrna po klasu, ali da ta vrednost još nije dostignuta. U prilog ovoj tezi idu rezultati kako iz ovog istraživanja tako i iz istraživanja drugih autora koji su utvrdili da se broj zrna po klasu kod dvoredog ječma kreće od 20-25 (*Le Gouis, 1992; Dodig, 2000; Shahinnia, 2005*). Prosečna vrednost broja zrna po klasu svih ispitivanih višeredih genotipova iznosila je 40.2. Primenom *t*-testa utvrđena je visoko značajna razlika u odnosu na broj zrna dvoredih. Iste rezultate istakli su *Jui i sar. (1997)*, *Lalić (1998)*, *Stojanović (1998)*, *Dodig (2000)* i *Špunar (2002)*. *Stojanović i sar. (1998)* ističu značaj višeredog tipa klasa za povećanje genetičkog potencijala rodnosti jer poseduju veći broj zrna po jedinici dužine klasa u poređenju sa dvoredim. Međutim, *Dodig (2000)* ističe da kod višeredog ječma postoji znatna mogućnost za stvaranje linija sa velikim brojem zrna, ali samo ukoliko je prati i povećanje mase 1000 zrna može se značajnije odraziti na prinos. Upoređujući sorte i linije u ovom radu dobijen je nešto veći broj zrna po klasu kod sorti iako razlika nije bila statistički značajna. Kod dvoredih u proseku za 0.4, a kod višeredih 1.9. Pošto je broj zrna po klasu rezultat broja klasića i uspeha oplodnje to je ova osobina vrlo varijabilna. Variranje broja zrna po klasu kod dvoredog je iznosilo 8.62% što je na nivou rezultata koje su utvrdili *Ganuseva i Dimova (1990)* kao i *Madić (2002)*. *Singh (2011)* ističe značajno veće vrednosti koeficijenta varijacije dvoredog ječma (24.69%). Kod višeredede forme variranje je iznosilo 17.29%.

*Dodig (2000), Mishra i sar. (2007) i Kumar i sar. (2013)*, takođe su utvrdili značajnije variranje višeredne forme ječma.

Masa 1000 zrna je direktna komponenta prinosa zrna i menja se pod uticajem ekoloških činilaca, ali je pre svega sortna osobina. Ukazuje na krupnoću i veličinu zrna i važan je kriterijum u oplemenjivanju ječma. *Dofing i Knight (1992)* smatraju da je masa 1000 zrna pored broja zrna po klasu najvažniji kriterijum u oplemenjivanju ječma na povećanje prinosa. Masa 1000 zrna međutim nije samo komponenta prinosa, već i veoma važna komponenta kvaliteta zrna pivarskog ječma (*Ullrich, 2002*). *Pržulj (1996)* navodi da kvalitetno pivarsko zrno treba da ima masu 1000 zrna od 45 do 50 g. Teža zrna imaće više skroba i manje proteina (*Lagass i sar., 2006; Marquart i sar., 2007*). Prosek mase 1000 zrna za sve ispitivane dvoredne genotipove iznosio je 50.3 g, a kod višerednih genotipova 46.1 g. Primenom *t*-testa utvrđena je visoko značajna razlika između dvoredne i višeredne forme. Iste rezultate su dobili i *Lalić (1988), Le Gouis (1992), Schwarz i Harsley (1995), Jui i sar. (1997), Dodig (2000) i Špunar i sar. (2002)*. Međutim *Maksimović (1979)* ukazuje da je višeredna sorta ječma Partizan imala znatno veću masu 1000 zrna od svih dvorednih sorti sa kojima je upoređivana. U ovim istraživanjima linije su kod obe forme ječma ostvarile nešto veće vrednosti u poređenju sa sortama. Kod dvorednih za 2 g u proseku i statistički je bila značajna, a kod višerednih za 0.6 g (nije bila značajna). Dakle veći napredak u povećanju mase 1000 zrna je postignut kod dvorednog ječma. Koeficijent varijacije dvorednih genotipova za masu 1000 zrna je iznosio 7.87% što je u saglasnosti sa rezultatima *Akar i sar. (2008)*. Kod višerednih imamo nešto veće vrednosti koeficijenta (10.02%). Na veće variranje kod višerednih ukazuje i *Dodig (2000)* u svojim istraživanjima, a da varijacija može da bude i niža ukazuje i *Kumar i sar. (2013)* koji su dobili vrednost od 6.60%.

Hektolitarska masa zrna je težina jednog hektolitara zrna izraženog u kilogramima i predstavlja najstariji i do danas najrasprostranjeniji način ocenjivanja kvaliteta ječma, pošto je njeno ocenjivanje brzo i jednostavno. Hektolitar je zasnovan na fizičkim merama veličine i oblika zrna koja meri težinu u zapreminskoj masi. Veći hektolitar znači veći sadržaj skroba i proteina u odnosu na sadržaj vlakana i prostor ispunjen vazduhom (*Zale i sar., 2000; Anderson i sar., 2003*). Hektolitarska masa zavisi od brojnih faktora kao što su

nalivenost i oblik zrna, hemijski sastav, sadržaj primesa, vlage. Hektolitar može biti pokazatelj uslova u kojima se ječam proizvodi kao i zdravstvenog stanja useva (*Kelly i sar., 2007*). Prema *Mišiću i sar. (1998)* otpornost ječma prema vazdušnoj suši i visokim temperaturama vazduha u fazi nalivanja uslovljava veliku hektolitarsku masu zrna. Nizak hektolitar može biti posledica pred žetvenog klijanja (*Bregitzer i Raboy, 2006*). Prosečna vrednost hektolitarske mase svih ispitivanih dvorednih genotipova iznosila je 70.4 kg, a kod višerednih genotipova 67.6 kg. Primenom *t*-testa je utvrđeno da je razlika u zavisnosti od forme ječma visoko značajna što je u saglasnosti sa rezultatima *Jui i sar. (1997)*, *Stojanović i sar. (1998)* kao i *Dodig (2000)*. *Lalić (1988)* nije utvrdio značajne razlike između dvorednih i višerednih genotipova za hektolitarsku masu zrna. *Martinčić i sar. (1987)* su utvrdili da ova osobina više zavisi od sorte nego od tipa klasa što nije u saglasnosti sa ovim istraživanjem jer su genotipovi na osnovu Tukey-Kramerovog testa pokazali vrlo male razlike, a *t*-test je pokazao značajnu razliku u odnosu na tip klasa kod ječma. Dvoredne sorte su imale značajno veću prosečnu hektolitarsku masu (70.8 kg) od ispitivanih linija (69.9 kg). Kod višerednih genotipova linije su imale nešto veće prosečne vrednosti ove osobine (67.9 kg) u poređenju sa sortama (67.4 kg) i razlika nije bila značajna. Generalno, hektolitarska masa se kod ječmova kreće od 52-72 kg/hl dok kod oljušćenih i do 80 kg/hl (*Ullrich, 2002*). Prema *Paunoviću i sar. (2006)*, kvalitetno zrno pivarskog ječma treba da ima hektolitarsku masu zrna od 68 do 75 kg. Koeficijent varijacije za hektolitarsku masu dvoredne formi je iznosio 5.46%. Od svih ispitivanih osobina dvorednog ječma u ovom istraživanju ona je najmanje varirala, što je u saglasnosti sa *Dodig (2000)*. Kao i kod dvorednih, višeredni genotipovi imaju takođe najmanje vrednosti koeficijenta varijacije hektolitarske mase u odnosu na ostale osobine. Vrednost koeficijenta je iznosila 4.93% i manja je u poređenju sa dvoredim. *Shahinnia (2005)* i *Akar i sar. (2008)* takođe dolaze do najnižih vrednosti koeficijenta varijacije za hektolitarsku masu zrna kod ječmova u poređenju sa ostalim osobinama (6.58 i 3.7%).

## 7.2. Prinos zrna

Prinos po jedinici površine je rezultat delovanja faktora rodnosti sorte u interakciji sa faktorima spoljašnje sredine. Zbog toga je prinos relativan pojam i određen je sortom, ekološkim uslovima i nivoom primenjene tehnologije. Osnovni cilj u selekciji i oplemenjivanju ječma je stvoriti sorte visokog genetičkog potencijala rodnosti i dobrog kvaliteta zrna pogodnog za stočnu hranu ili pivarsku industriju (*Pržulj i Momčilović, 2002*). Ne može se tačno odrediti koja faza biljke ima najveći značaj u formiranju prinosa, ali je poznato da period nalivanja zrna ima veoma važnu ulogu u ovom procesu. Posle formiranja broja klasova i broja zrna po klasu tokom vegetativne faze, prinos ostaje uglavnom zavistan od mase zrna (*Wiegand, 1981*). Potreba za sortom kratke ili duge vegetacije zavisi od ekoloških uslova određenog područja. Kod ozimog ječma često se mogu ustanoviti variranja u prinosu, kako između godina tako i između lokaliteta (*Schafer i Bartels, 2000*). Bolja tehnologija proizvodnje je doprinela povećanju prinosa poslednjih decenija, jer poboljšana tehnologija proizvodnje omogućava bolju realizaciju potencijala za prinos. Visok i stabilan prinos ječma je glavni cilj oplemenjivanja, naročito u ustanovama gde nije moguće adekvatno testiranje selekcionog materijala na osobine kvaliteta. Povećanje prinosa rezultat je poboljšanja germplazme i poboljšanja tehnologije proizvodnje (*Naylor i sar., 1998*).

Prinos zrna kod dvoredog ječma kretao se od 5.15 t/ha (Jagodinac) do 6.27 t/ha (NS-525). Prosek za sve dvorede sorte i linije iznosio je 5.74 t/ha. *Špunar i sar. (2002)* su u agroekološkim uslovima Česke došli do podataka o prinosu četiri dvoreda ječma od 9.03 t/ha i četiri višereda 8.67 t/ha. Kod višeredog ječma u ovom radu, vrednost prinosa kretala se od 4.71 t/ha (Somborac) do 5.83 t/ha (J-27). Prosečna vrednost za sve višerede genotipove bila je 5.18 t/ha, što je značajno niže u odnosu na prosek dvoredih genotipova. Ovi rezultati nisu u saglasnosti sa podacima koje su istakli *Maksimović (1978)*, *Perić (1986)*, *Lalić (1988)*, *Le Gouis (1992)*, *Jui i sar. (1997)*, *Madre (2004)* koji su utvrdili značajno veće prinose kod višeredih kao ni sa podacima do kojih su došli *Martinčić (1987)*, *Stojanović (1998)* i *Špunar i sar. (2002)* kod kojih razlika u prinosu dvoredih i višeredih genotipova nije statistički značajna. Međutim *Knopp (1985)* kao i *Schwarz i Harsley (1995)*

dobijaju slične rezultate da je dvoredi ječam prinasniji od višeredog. Dvoredi ječam manje je zavistan od povoljnih uslova u fazi cvetanja jer ima znatno manji broj cvetova po klasu što uslovljava znatno lakšu oplodnju, više bokore i nešto je ranostasniji. *Voltaš i sar. (1999)* ukazuju da je višeredi ječam više sklon negativnom uticaju abiotičkog stresa nego dvoredi. *Ore (1991)* ističe da je povećanje prinosa kod dvoredog nastalo uglavnom zbog nižeg stabla čime je omogućena bolja preraspodela asimilativa u klas, bolja ishrana cvetova, povećan procenat oplodnje i povećana prosečna produkcija po klasu. Manja visina stabla uslovljava i bolju otpornost na poleganje što je bilo izraženo u sezoni 2009/2010 kada je velika količina padavina značajno uticala na smanjenje prinosa. Uz sve ove osobine veće prinose možemo objasniti i nešto intenzivnijom selekcijom u poslednje dve decenije zbog potreba pivske industrije koja zahteva visoko prinodne i kvalitetne dvorede sorte. Prema *Ahlenmeyer i sar. (2006)* povećanje prinosa zrna ječma ostvareno oplemenjivanjem iznosi za višeredi ječam 0,77%, a za dvoredi 1,1% godišnje. Prikazani trend povećanja prinosa zrna uticao je da dvorede sorte postanu prinasnije od višeredih. Novostvorene linije zato teško mogu značajno prevazići sorte kod dvoredog što nije slučaj kod višeredog na šta ukazuju i podaci u ovom radu. Upoređujući sorte i linije kod obe forme ječma je postignut veći prinos kod linija u odnosu na ispitivane sorte. Kod dvoredih u proseku za 0.06 t/ha (nije značajno), a kod višeredih za 0.36 t/ha što je bila statistički značajna razlika. Sve ovo ukazuje da je selekcija u pravcu povećanja prinosa veoma neizvesna i spora zbog same kvantitativne prirode ove osobine i uticaja faktora spoljašnje sredine. Kod obe forme ječma ranostasni genotipovi su imali veće prosečne prinose zrna od kasnostasnih, ali razlika nije bila statistički značajna. *Pržulj (1998)* navodi da u našim proizvodnim uslovima veće prinose ostvaruju sorte kraće vegetacije jer uspevaju da formiraju najveći deo prinosa pre pojave visokih temperatura. U ovim istraživanjima u obe godine ječam nije bio izložen izrazito visokim temperaturama tako da ranostasnost nije došla do potpunog izražaja.

Kod oba tipa ječma lokalitet Zemun Polje je ostvario najveće prosečne prinose. Kao glavni uzrok može se istaći najveća plodnost zemljišta u poređenju sa ostalim lokalitetima. Naime povoljne fizičko hemijske karakteristike černozema u Zemun Polju uticale su da dvoredi i višeredi ječam povoljno reaguje u takvim uslovima. Međutim, mora se voditi računa kod prihrane biljaka jer neizbalansirana ishrana može izazvati poleganje.

Od dvoredih sorti najveći prinos su ostvarili NS-525 (6.27 t/ha), NS-593 (6.03t/ha) i NS-589 (5.98 t/ha), a od linija J-176 (6.02 t/ha), J-103 (5.96 t/ha) i J-82 (5.92 t/ha). Dvoreda sorta sa najmanjim prinosom bila je Jagodinac (5.15 t/ha), a linije J-90 i J-104 (5.62 t/ha). Najprinosnije višeredede sorte bile su Atlas (5.23 t/ha), NS-313 (5.21 t/ha) i Grand (5.16 t/ha), a linije J-27 (5.83 t/ha), J-33 (5.63 t/ha) i J-26 (5.57 t/ha). Najmanji prinos od ispitivanih višeredih sorti imao je Somborac (4.71 t/ha), a od linija J-32 (4.97 t/ha).

*Pržulj (2009)* iznosi podatke za prinos pojedinih višeredih sorti ozimog ječma ispitivanih u periodu od četiri godine (2004-2007) u Rimskim Šančevima. NS-313 je imala prosečan prinos 7.23 t/ha, Somborac 8.95 t/ha, Ozren 9.37 t/ha, Javor 9.23 t/ha, NS-773 9.13 t/ha, Sremac 8.99 t/ha, Leotar 9.20 t/ha. U ovom radu prosečni prinosi istih sorti su se kretali od 4.71 t/ha (Somborac) do 5.21 t/ha (NS-313). U ogleđima u Kragujevcu u istim vegetacionin sezonama kada su izvedeni i ogleđi u disertaciji, *Đekić i sar. (2011)* navode da je Rekord imao prinos 4.57 t/ha, Jagodinac 4.03 t/ha, Maksa 4.86 t/ha, Grand 4.84 t/ha što su nešto niže vrednosti u odnosu na rezultate u ovom radu (5.28 t/ha, 5.15 t/ha, 5.68 t/ha, 5.16 t/ha).

Višeredi genotipovi su imali veće koeficijente varijacije (27.88%) u odnosu na dvorede (23.74%). Prinos zrna je kod obe forme ječma osobina koja je najviše varirala u odnosu na ostale ispitivane. *Shahinnia i sar. (2005)* su dobili vrednost 32.57%, *Bantayehu (2009)* 39.70%, dok *Tam i sar. (2003)* za dvoredi ječam dobili rezultat od 11%. *Mishra i sar. (2007)* takođe navodi visoke koeficijente varijacije kod višeredog ječma. Ove razlike u dobijenim vrednostima pojedinih autora rezultat su razlika u ispitivanom materijalu, kao i uslovima sredine u kojima su istraživanja izvedena.

### **7.3. Analiza interakcije genotip × spoljašnja sredina primenom multivarijacionih modela i klimatskih promenljivih**

Tokom procesa selekcije postoji potencijalna opasnost gubljenja dobrih gena zbog njihove interakcije sa spoljašnjom sredinom (*Kang, 2004*). Geni potrebni za postizanje superiornog prinosa u jednoj sredini ne moraju da budu od koristi u drugačijim uslovima

sredine. Veličina interakcije genotip  $\times$  spoljašnja sredina proizilazi iz variranja nekontrolisanih činilaca, kao što su klimatski faktori koji iz godine u godinu variraju (*Adugna i Labuschagne, 2002*). U tom smislu potrebno je u daljim istraživanjima uključivati veći broj lokacija i faktora spoljašnje sredine kao i genetskih promenljivih koje mogu doprineti boljem razumevanju interakcije kod ječma.

*Crossa i sar. (1990)* smatraju da faktori kao što su biljna vrsta, genetička divergentnost ispitivanih genotipova i variranje uslova spoljašnje sredine uzrokuju kompleksnost interakcije, a time i izbor najpogodnijeg modela za adekvatan opis interakcije. Kako je interakcija kompleksna i ima višedimenzionalnu prirodu, istraživači su dugo pokušavali veliki broj faktora koji je uzrokuju da prikažu kao jedan univerzalni pokazatelj (*Eberhart-Russel, 1966; Finlay-Wilkinson, 1963*). Novija istraživanja ukazuju na to da bi bolje bilo napustiti takav koncept i interakciju predstaviti sa dva ili više parametara u zavisnosti od konkretnog slučaja. AMMI model je jedan od najviše upotrebljivanih iz porodice linearno-bilinearnih modela (*Crossa i sar., 1996; Gauch i Zobel., 1996*) kojim se po principu parasimonije vrši redukcija kompleksnosti interakcije na svega nekoliko interpretativnih dimenzija. AMMI je jedna od najinformativnijih i najuspešnijih modela u odnosu na druge u tumačenju interakcije i pogodna je u situaciji signifikantne interakcije, a nesignifikantnih glavnih efekata (*Crossa, 1990; Annichiarico, 1997; Schoeman, 2003*).

U ovom radu ispitivanja su bila tokom dvogodišnjeg perioda na tri lokacije što predstavlja minimum za primenu AMMI modela za precizniju procenu stabilnosti genotipova i specifičnosti interakcije. Uzorak od 20 genotipova kod obe forme ječma, s obzirom na veličinu može se smatrati slučajnim i reprezentativnim. Rezultati predstavljeni u ovom radu su odraz kompleksnosti interakcije. Možemo pretpostaviti da bi pod istim ili približnim uslovima drugačiji genotipovi reagovali slično ili obrnuto. Primenom mešovito modela u ovim istraživanjima utvrđeno je da su kod svih osobina kod obe forme ječma efekti interakcije visoko značajni. Takođe visoku statističku značajnost je pokazao i efekat genotipa dok efekat spoljašnje sredine nije pokazao značajnost.

LRT testom u ovim istraživanjima ustanovljena je statistička značajnost prvih pet interakcijskih komponenti kod svih osobina kako kod dvoredog tako i kod višeredog ječma (rezultat nije prikazan). Za svaki set podataka mora se doneti odluka koji je AMMI model

najpodesniji. Iako određivanje najboljeg modela za adekvatan opis interakcije nije cilj ovog rada, na osnovu literaturnih podataka (*Gauch i Zobel, 1988; Cornelius, 1993; Crosa i Cornelius, 1999*) u konkretnom slučaju bio bi predložen AMMI-2 model. Međutim *Gauch i Zobel (1996)* su na osnovu analize velikog broja radova o primeni AMMI modela u oceni interakcije genotipa i spoljašnje sredine ( $G \times E$ ) zaključili da je u najvećem broju slučajeva (70%) AMMI model sa značajnom prvom interakcijskom komponentom (IPC-1) bio najbolji model za adekvatan opis interakcije. U ostalih 30%, kao najbolji izdvojio se AMMI model sa dve značajne komponente. Po njima za opis interakcije dovoljna je samo prva komponenta i zato se uglavnom koristi samo AMMI-1 model jer pruža veću pouzdanost donošenja zaključaka u odnosu na AMMI-2 model. I *Babić (2006)* navodi da se suštinski ništa ne dešava kada se naknadno uključi druga osa tako da je dovoljno u obzir uzeti samo prvu IPC osu koja je i manje opterećena nekontrolisanim varijacijama. Stoga je za ovo istraživanje u grafičkom prikazu korišćen samo AMMI-1 model.

AMMI biplot pruža nam mogućnost vizuelizacije interakcije. Istovremeno je jednostavan i efikasan za razumevanje složenog odnosa genotipova, sredina i njihovih interakcija. Međutim on predstavlja samo aproksimaciju interakcije jer stvarne vrednosti interakcije pokazuju interakcijski reziduali. Niska vrednost IPC-1 ose genotipova ukazuje da su one pod manjim uticajem uslova sredine, dok niska vrednost IPC-1 ose sredina da su one pogodne za sve genotipove (*Zobel i sar., 1988*). Sa agronomskog stanovišta poželjni su genotipovi čije su vrednosti IPC-1 bliske nuli, a da su prosečne vrednosti osobina iznad opšteg proseka. Genotipovi grupisani na grafikonu imaju sličnu adaptabilnost, dok grupisane spoljašnje sredine utiču na genotip na sličan način (*Balalić, 2009*). Statistička značajnost prve bilinearne komponente ukazuje na značajnu linearnu povezanost u sistemu genotip  $\times$  spoljašnja sredina tj. da se za ispitivane genotipove u ovim setovima podataka može odrediti odnos ili pripadnost određenog genotipa njemu odgovarajućoj spoljašnjoj sredini.

Da bi se dobijeni rezultati pravilno analizirali, treba imati u vidu da su tokom dvogodišnjeg izvođenja ogleada bili različiti vremenski uslovi. Vegetaciona sezona 2009/2010 bila je nepovoljnija usled nešto kasnije setve na sva tri lokaliteta, kasnijeg klasanja, velikih količina padavina i relativne vlažnosti vazduha u periodu nalivanja zrna i



sazrevanja kao i znatno manje sunčanih sati. Sve je to izazvalo poleganja i pojavu bolesti koja su smanjila prinos i kvalitet zrna. Vrednosti svih šest osobina kod obe forme ječma pokazale su veće vrednosti u sezoni 2008/2009.

Na osnovu AMMI-1 grafikona za visinu stabla dvoredog ječma uočava se da su genotipovi J-110, J-81, NS-589, NS-565 i NS-593 sa visinom ispod opšteg proseka imali najmanji interakcijski skor što ukazuje da su stabilni genotipovi uglavnom sa nižom visinom stabla. U Kragujevcu i Zemun Polju 2009. godine ispitivani genotipovi su najmanje interagovali i ostvarili su iznad prosečne vrednosti za ovu osobinu. Kod dvoredog ječma nije utvrđena povezanost klimatskih promenljivih sa interakcijom odnosno ne može se biološki objasniti interakcija zbog uticaja drugih faktora čiju prirodu nije moguće na valjan način interpretirati. Kod višeredih genotipova, najstabilnijim su se pokazale linije J-9 i J-24 sa prosečnim vrednostima visine stabla i Ozren, NS-773 i J-29 sa visinom ispod opšteg proseka, što kao i kod dvoredih pokazuje da su stabilni genotipovi uglavnom niži. Višeredi genotipovi su manje koncentrisani oko linije stabilnosti u poređenju sa dvoredim ukazujući da imaju manje stabilnih genotipova za ovu osobinu što se može objasniti većom prosečnom visinom stabla. U Zemun Polju 2009. godine ostvarene najveće prosečne vrednosti sorti i linija, a ujedno ova sredina je imala i najmanji interakcijski skor čime pokazala da je pogodna za sve genotipove. Lokaliteti u 2009. godini su bili sa većom visinom stabla u odnosu na lokalitete ispitivane u 2010. godini. Na osnovu učešća u prvoj dimenziji značajne promenljive za objašnjenje ukupne interakcije za visinu stabla su os4, mx4 i pr3, dok su na osnovu učešća u drugoj dimenziji značajne temperaturne promenljive mn2, mx5, mn1, tv5, mn4 kao i os1. Ovim promenljivama se ističe značaj minimalnih temperatura i osunčanosti u periodu od novembra do februara kada je bitno da biljka uspešno prezimi, dobro izbokori i u što boljem stanju nastavi prolećni rast. Krajem marta se obično završava bokorenje i tokom aprila nastupa faza intenzivnog porasta stabla pa su temperature i padavine u ovom periodu od značaja za visinu stabla. U fazi cvetanja tokom meseca maja visina stabla dostiže maksimum pa bi povoljne maksimalne temperature i dovoljno svetlosti u ovom mesecu bile takođe od značaja za visinu stabla. Promenljive koje su dobijene u junu praktično nisu mogle da utiču na visinu stabla jer je konačna visina do tada formirana (*Glamočlija, 2004*). Ovo ukazuje i na nedostatke PLS modela jer se pojedini

podaci ne mogu biološki interpretirati. Klimatske promenljive broj ledenih i tropskih dana imaju mali značaj za objašnjenje ukupne interakcije za visinu stabla (učesće u obe dimenzije manje od 20%).

AMMI-1 biplot za dužinu klasa kod dvoredog ječma pokazuje da su genotipovi J-82, NS-519, NS-525 (ispod prosečne dužine klasa) i J-110, J-81 (iznad prosečne dužine klasa) pokazali najmanju interakciju u sredinama u kojima su ispitivani. Ovo ukazuje da stabilni genotipovi imaju različite nivoe vrednosti ove osobine. Svi lokaliteti u 2009. godini bili su stabilniji u odnosu na 2010. godinu s tim što je u Zemun Polju 2009. godine ostvarena najveća prosečna vrednost. Promenljive značajne za ukupnu interakciju dužine klasa kod dvoredog mogu se smatrati mx4, os4, mx3, pr3 sa učesćem preko 80% u prvoj dimenziji kao i mn1, mn2, mn4, mn5, mx5, rv2, tv5 sa istim učesćem u drugoj. Ovim se ističe značaj minimalnih temperatura i padavina u zimskim mesecima na formiranje dužine klasa. Ukoliko nema visokih negativnih temperatura biljka će u boljoj kondiciji ući u prolećni deo vegetacije. Sa druge strane padavine će doprineti zimskim rezervama vlage koje mogu da budu od značaja u periodu formiranja klasa rano u proleće (mart-početak aprila) pogotovo ako nema tekućih padavina. Klas i delovi klasa se formiraju relativno rano u toku razvoja ječma (već u toku bokorenja) i intenzivno rastu tokom vlatanja tako da vremenski uslovi posle cvetanja i oplodnje nemaju direktni uticaj na ovu osobinu (*Slafer i Whitechurch, 2001*). Najveću stabilnost kod višeredih genotipova imale su linije J-29, J-33, J-9 i J-21 sa iznad prosečnom dužinom klasa kao i J-24 i Leotar sa ispod prosečnim vrednostima ove osobine. Uočava se da su stabilni genotipovi imali različite nivoe vrednosti ove osobine i da su uglavnom pripadali linijama. Kod višeredih veći je broj stabilnih genotipova u poređenju sa dvoredim što se može objasniti manjom prosečnom dužinom klasa. Iako od svih ispitivanih sredina ni jedna nije imala izrazitu stabilnost najmanji interakcijski efekat je ostvaren u Zemun Polju u obe godine istraživanja. Svi lokaliteti u 2009. godini su imali iznad prosečne vrednosti dužine klasa dok su svi lokaliteti u 2010. godini imali ispod prosečne vrednosti. U Kragujevcu 2009. godine sorte i linije su imale najveću prosečnu vrednost dužine klasa. Prva latentna dimenzija objašnjava veliki deo ukupne interakcije dužine klasa različitim promenljivama mx3, bki, pr3, os3, rv5, pr1, mx4 dok druga dimenzija objašnjava uglavnom temperaturnim promenljivama (rv2, tv5,

mx5, mn5, mn1, mn4, mn2). Slično kao kod dvoredog, za interakciju višeredog ječma u zimskim mesecima je uz minimalne temperature izražen uticaj padavina čime će biljka u što boljoj kondiciji nastaviti proces bokorenja u proleće kada dolazi do formiranja dužine klasa i broja klasića. Kao i kod dvoredog ječma, interakcija za dužinu klasa se ne može objasniti klimatskim parametrima u kasnijim fazama razvoja kada su dužina i elementi klasa već formirani. Takođe, kod obe forme ječma broj ledenih i broj tropskih dana nije imao značaj za objašnjenje interakcije.

Ako se posmatra AMMI-1 biplot za broj zrna po klasu dvoredog ječma vidi se da veliki broj sorti i linija koje se odlikuju značajnom stabilnošću imaju prosečan broj zrna (Rekord, NS-293, NS-589, Maksa, J-104, NS-525). Kragujevac 2010. godine se nalazio na osi stabilnosti, ali je postigao i najmanju prosečnu vrednost ove osobine. Takođe i Zemun Polje 2010. godine je pokazalo značajnu stabilnost. Isti lokalitet u prvoj godini ispitivanja je postigao kao i kod dužine klasa najveće prosečne vrednosti genotipova. Promenljive u maju mesecu (os4, mx4, tv4, mx2, pr4) su na osnovu značajnog učešća u prvoj dimenziji najviše uticale na interakciju za broj zrna po klasu kao i promenljive (mn2, tv2, os1, os5, mx5, mn1) sa učešćem preko 80% u drugoj dimenziji. Za broj zrna po klasu veoma su bitni zimski meseci i mart kada je kod ječma fenofaza bokorenja. *Miralles i Slafer (2007)* naglašavaju da je tada period zametanja klasića koji je važan u definisanju potencijalnog broja zrna, a period izduživanja stabla za determinisanje broja fertilnih cvetova u cvetanju od kojeg zavisi konačan broj zrna. Međutim, najveći broj značajnih promenljivih je u maju mesecu kada nastupa cvetanje i oplodnja i to je period koji direktno utiče na ostvarenje potencijala za broj zrna. U ovoj fenofazi potrebno je da svi klimatski uslovi (temperature, padavine, osunčanost) budu optimalni da bi se oplodio što veći broj cvetova. Promenljive su pokazale i uticaj maksimalnih temperatura i osunčanosti tokom juna. Kod većine genotipova nalivanje zrna se odvija i tokom juna tako da su u tom periodu potrebni optimalni uslovi. *Johnson i Kanemasu (1984)* ističu da visoke temperature i toplotni udari mogu povećati broj nenalivenih zrna i time smanjiti broj zrna u svakom klasu. Linije J-27, J-26, J-9 sa brojem zrna po klasu ispod opšteg proseka su pokazale najveću stabilnost kod višeredog ječma, što ukazuje da su najstabilniji genotipovi uglavnom sa manjim brojem zrna po klasu. Višeredi u poređenju sa dvoredim imaju manji broj stabilnih genotipova što

se može objasniti većim prosečnim brojem zrna po klasu višeredih genotipova čiji se broj u nepovoljnim uslovima za oplodnju može značajno smanjiti. Od ispitivanih sredina najveću stabilnost su imali genotipovi u Zaječaru 2009. i Kragujevcu 2010. godine. Najveća prosečna vrednost genotipova za broj zrna po klasu zabeležena je kao i kod dužine klasa u Kragujevcu 2009. godine. Veoma sličan uticaj promenljivih na interakciju broja zrna je i kod višeredog ječma. Promenljive koje su značajne za objašnjenje ukupne interakcije za broj zrna po klasu višeredog ječma su tv2, os1, mn2, htk, os5, bki na osnovu učešća u prvoj dimenziji i pr4, tv4, mx4 na osnovu učešća u drugoj dimenziji. Ističe se uticaj minimalnih temperatura i temperaturnog variranja kao i trajanja sunčevog zračenja tokom faze bokorenja i početka vlatanja kada biljka stvara potencijal za broj zrna. Kao i kod dvoredog najvažniji period za interakciju broja zrna po klasu je maj mesec kada su fenofaze cvetanja i oplodnje i formiranja zrna koje će direktno uticati na broj zrna po klasu. Povoljne temperature i padavine uticaće na što veći broj oplodjenih cvetova što je kod višeredih genotipova veoma važno jer je potrebno oploditi znatno veći broj cvetova po klasu nego kod dvoredih. Uz to višeredi ječam u principu prinos formira na osnovu primarnog klasa jer se manje bokori (*Madić, 2002*). Ukoliko se ne oplodi dovoljan broj cvetova na primarnom klasu, manja je mogućnost da se to nadoknadi kroz prinos sekundarnih klasova, kao što je to slučaj kod dvoredog ječma. Osunčanost u junu je promenljiva koju možemo objasniti negativnim indirektnim uticajem na proces nalivanja u smislu da veća osunčanost sa sobom nosi i veće maksimalne temperature kao i da veća osunčanost može imati i pozitivan direktni uticaj preko intenzivne fotosinteze. Takođe, značajan uticaj na interakciju su pokazale i posebne promenljive: hidrotermički koeficijent koji je mera sušnosti klime određenog područja kao i bioklimatski indeks koji predstavlja odnos temperatura, osunčanosti i padavina. Kod obe forme ječma promenljiva koja pokazuje uticaj broj ledenih dana nije značajno uticala na interakciju.

Na osnovu AMMI-1 biplota za masu 1000 zrna dvoredog ječma uočavamo da su genotipovi NS-565 i J-81 sa vrednostima iznad opšteg proseka pokazali najveću stabilnost kao i sorta NS-595 koja je imala srednju vrednost ispod opšteg proseka. Ovo ukazuje da stabilni genotipovi imaju različite nivoe vrednosti ove osobine. Sve ispitivane sredine u 2009. godini su imale veće srednje vrednosti u odnosu na 2010. godinu. U Zemun Polju

2009. godine postignuta je najveća prosečna vrednost mase 1000 zrna ispitivanih genotipova, a u ovoj sredini i Zaječaru 2010. godine i najveća stabilnost. Na osnovu učešća u prvoj dimenziji značajne promenljive za objašnjenje ukupne interakcije za masu 1000 zrna su tv5, rv2, mn5, mn4, mn1, mx5, dok su na osnovu učešća u drugoj dimenziji bile značajne mx3, bki, os3, rv5, pr1, htk, pr3. Klimatski parametri ističu značaj temperatura i padavina tokom faze bokorenja i intenzivnog porasta stabla. Naime, povoljni uslovi tokom zimskih i prolećnih meseci utiće na što veću bujnost biljaka koja će indirektno uticati na veličinu zrna. *Blum (1998)* ističe da je akumulacija rezervnih materija do cvetanja i njihova mobilizacija i korišćenje tokom nalivanja zrna značajna jer može ublažiti redukciju prinosa zrna do koje dolazi u nepovoljnim uslovima za fotosintezu tokom perioda nalivanja zrna i ta vrednost iznosi i do 75% prinosa ječma. *Stone i Nicolas (1995)* navode da kod pšenice visoka temperatura u danima pre cvetanja vodi ka redukciji veličine zrna, a posle cvetanja redukuje trajanje nalivanja zrna. Najveći broj promenljivih od značaja za masu 1000 zrna je u junu što je i očekivano jer se tada završava proces nalivanja zrna i odvija sazrevanje. Ovaj period je veoma bitan za ječam jer bi u slučaju pojave visokih temperatura i niske vlažnosti ovaj proces bio ubrzan što bi se značajno odrazilo na masu 1000 zrna. *Voltas i sar. (1999)* ističu da su manjak padavina, visoke temperature i mala vlažnost vazduha posle cvetanja značajno uticale na interakciju kod ječmova za masu 1000 zrna. Sušnost klime određenog područja koja se meri hidrotermičkim koeficijentom takođe je pokazala uticaj na interakciju ove osobine. Kod višeredog ječma sorta Nonius je bila najbliža liniji stabilnosti, a imala je i iznad prosečne vrednosti ove osobine. Značajniju stabilnost je imala i linija J-33 sa ispod prosečnom vrednošću ove osobine što ukazuje da su stabilni genotipovi imali različite nivoe vrednosti. Višeredi genotipovi su imali znatno manji broj stabilnih genotipova u poređenju sa dvoredim iako imaju u proseku značajno manju masu 1000 zrna. Genotipovi ispitivani u Kragujevcu 2009. godine pokazali su najmanje variranje, a najveću prosečnu vrednost mase 1000 zrna ostvarili su kao i dvoredi genotipovi u Zemun Polju 2009. godine. I kod višeredih su svi lokaliteti u 2009. bili sa većom prosečnom vrednošću u odnosu na 2010. godinu. Interakciju kod višeredne forme ječma za masu 1000 zrna prva dimenzija objašnjava promenljivama vezanim za mesec maj (tv4, mx4, pr4, os4) dok druga promenljivama tv2, os1, mn2, os5, htk, mx5. Uočavamo da je kod višeredog ječma manji

uticaj promenljivih na masu 1000 zrna tokom bokorenja i vlatanja. Najveći broj objašnjava interakciju tokom oplodnje i početka nalivanja zrna. To je fenofaza kada su biljkama potrebne povoljne temperature, padavine i što više sunčanih sati da bi nalivanje bilo efikasnije što bi kasnije uticalo i na veću krupnoću zrna. *Madić i sar. (2009)* ističu da je masa 1000 zrna najviše povezana sa dužinom trajanja nalivanja i da je u većoj ili manjoj meri zavisna od uslova spoljašnje sredine. Od promenljivih tokom juna meseca kada je sazrevanje ječma ovim modelom istaknut je značaj maksimalnih temperatura i osunčanosti za interakciju. Toplotni udari u ovom periodu izazivaju ubrzano gubljenje vode i pojavu šturih zrna što će uticati na njihovu težinu (*Pržulj i sar., 1997*). Hidrotermički koeficijent je i ovde pokazao značajan uticaj. Kod obe forme ječma promenljive koje ističu broj tropskih i ledenih dana nisu značajno uticale na interakciju jer su u obe dimenzije imale malo učešće.

AMMI-1 biplot za hektolitarsku masu dvoredog ječma izdvaja genotipove NS-183 sa iznad prosečnom vrednošću hektolitara i NS-525, J-110, J-96 sa ispod prosečnom vrednošću kao najstabilnije. Uočava se da je većina stabilnih genotipova sa hektolitrom ispod opšteg proseka. Od ispitivanih sredina najveća stabilnost ostvarena je u Zaječaru 2010. godine, a na istom lokalitetu 2009. godine najveća prosečna vrednost genotipova. promenljivama bki, os3, htk, pr1, mx3, rv5, rv3, tv2 na osnovu učešća (>80%) u prvoj i promenljivama mn5, tv4, tv5, rv2 na osnovu učešća u drugoj dimenziji su objašnjeni glavni uzroci interakcije kod hektolitarske mase dvoredog ječma. One ističu značaj padavina tokom zimskih meseci i temperatura i vlažnosti vazduha tokom prolećnih. *Pržulj i Momčilović, (2011)* ukazuju da su povoljni uslovi i dužina trajanja perioda dvostrukog grebena na apikalnom meristemu za vreme bokorenja imali značajnu pozitivnu korelaciju sa hektolitarskom masom i masom 1000 zrna. Radi se o indirektnom uticaju na hektolitarsku masu jer povoljni uslovi u ovim fenofazama omogućiće veću vegetativnu masu odnosno bujnost biljaka. *Fekadu i sar. (2011)* ističu pozitivan uticaj biomase na hektolitar i masu 1000 zrna kod ječma. Najvažniji period je jun mesec kada se završava fenofaza nalivanja zrna i nastupa sazrevanje. Povoljne temperature uz optimalnu vlažnost omogućiće da zrno postepeno sazreva. Visoke minimalne temperature mogu izazvati ubrzan proces disanja biljaka tokom noći što će usloviti trošenje organske materije iz zrna

(Amthor, 2006). Takođe niska vlažnost vazduha uz pojavu toplotnih udara stvoriće kod ječma štura zrna koja imaju malu zapreminsku težinu. Hidrotermički koeficijent i bioklimatski indeks su bili značajni i pokazuju da ova osobina zavisi od vlažnosti područja kao i od odnosa padavina, temperature i osunčanosti. Promenljive bld i btd imale su malo učešće u obe dimenzije (<20%) i njen uticaj na interakciju je minimalan. Kod višeredog ječma sorta Ozren i linija J-24 su imale najmanji interakcijski skor od ispitivanih genotipova ukazujući pri tome da stabilni genotipovi imaju različite nivoe vrednosti. Zapaža se i da je pored manje prosečne vrednosti hektolitara kod višeredog ječma, broj stabilnih genotipova nije razlikovao u poređenju sa dvoredim. Od sredina najmanji skor je bio u Kragujevcu 2009. i Zemun Polju 2010. godine. Najveća prosečna vrednost sorti i linija kao i kod dvoredih ostvarena je u Zaječaru 2009. godine. Uočava se i da su sve sredine sa ispod prosečnim hektolitrom bile stabilne. Kod višeredog ječma nije utvrđena povezanost klimatskih promenljivih i interakcije tako da u ovom setu podataka nije moguće predstaviti PLS triplot.

Na AMMI-1 grafikonu za prinos zrna dvoredog ječma po stabilnosti se ističu linije sa iznad prosečnim prinosom (J-176 i J-82) kao i linija J-110 koja je imala prinos zrna ispod opšteg proseka. U broju stabilnih genotipova nije utvrđena razlika između ranostasnih i kasnostasnih genotipova. Sve sredine ispitivane u 2009. godini su bile prinosnije u poređenju sa 2010. godinom. Lokalitet Kragujevac u obe godine ispitivanja imao je najmanje variranje genotipova dok su najveće prosečne vrednosti ostvarene u Zemun Polju 2009. godine. Na PLS triplotu možemo izdvojiti grupe promenljivih koje su odgovorne za pozitivne interakcije genotipova u određenim sredinama. Interakcijski reziduali ističu značajnu pozitivnu interakciju sorti NS-565 i NS-525 sa Zemun Poljem 2010. godine, a to se može objasniti promenljivama os1, mn2, mn1, mn3, mn4, mn5, mx1 koje su ostvarile visoke vrednosti u datoj sredini. To su minimalne temperature u svim fenofazama ječma kao i trajanje sunčevog zračenja i maksimalne temperature tokom perioda od novembra do februara čime se ističe uticaj na prezimljavanje biljaka. Takođe se pozitivna interakcija genotipova NS-595 i J-110 sa Kragujevcem 2009. godine može objasniti pomoću promenljivih tv4, EI, mx4, os4, tv3 koje su imale uticaj tokom aprila i maja kada je kod ječma period vlatanja kao i cvetanje, oplodnja i početak nalivanja zrna. Među značajnim

promenljivama je i prosečna produktivnost sredine izražena preko indeksa sredine. Ukupna interakcija za prinos zrna kod dvoredog ječma je objašnjena promenljivama os1, tv2, mn2, rv3, bki, htk, pr1, os5, mx5 koje su u prvoj dimenziji imale učešće preko 80%, kao i promenljivama tv4, mx4, os4, pr4 na osnovu učešća u drugoj dimenziji. Promenljivama se ističe značaj padavina i trajanja sunčevog zračenja za period od novembra do februara. Uz normalne zimske padavine ozimi ječam uglavnom završi vegetaciju pre prvog prolećnog deficita vlage ili za završetak vegetacije uspešno upotrebi vlagu nakupljenu tokom zimskih meseci (*Mladenov i Pržulj, 1999*). Značajno je da biljka u što boljem stanju nastavi fazu bokorenja i početak vlatanja za šta su po promenljivama uticale minimalne temperature i razlika u odnosu na maksimalne. Dvoredi ječam prinos delom zasniva na bokorenju i na što većem broju klasova po jedinici površine tako da je veoma bitno da ova faza protekne u optimalnim ulovima. Bokorenje se kod ječma i pšenice odvija na temperaturi između 6 i 20°C (*Glamočlija, 2004*). *Dodig (2000)* i *Kovačević (1986)* navode pozitivne korelacije i značaj većeg broja produktivnih stabala na prinos ječma. *McMaster i sar. (2005)* ističu značaj faze dvostrukog grebena na apikalnom meristemu koji se odvija tokom bokorenja, a koji su osnova za potencijalnu plodnost klasa i prinos. Tokom aprila kada se nastavlja intenzivan porast stabla i stvaranja vegetativne mase značajna je vlažnost vazduha što indirektno ukazuje da je za taj proces potrebno dosta padavina. *Pržulj i Momčilović (2008)* ukazuju da je prinos zrna ječma u pozitivnoj korelaciji sa padavinama i sumom aktivnih temperatura u vegetativnom periodu i da je velika vegetativna masa pre cvetanja preduslov za visoke prinose. Najveći broj promenljivih vezan je za maj kada nastupaju cvetanje, oplodnja i početak nalivanja zrna. Temperature, padavine i dovoljno sunčanih sati omogućiće da što veći broj cvetova bude oploden i da se što više materije transportuje u zrno što će direktno uticati na visinu prinosa. *Mitchell i sar., (1996)* su istakli da kod pšenice na prinos zrna veoma utiču promene u osunčanosti u periodu cvetanja. Nepovoljni vremenski uslovi, pre svega visoke temperature i nedostatak vode uticaće na skraćenje perioda nalivanja zrna (*Pržulj i Momčilović, 2011*). Efekat visokih temperatura tokom nalivanja zrna se odražava na smanjenje kapaciteta pretvaranja prostih šećera u skrob. Smanjena aktivnost enzima je ireverzibilan proces, odnosno umerene temperature i dostupna voda nakon stresa ne omogućavaju ponovno nakupljanje skroba (*Wallwark i sar.,*



1998). Toplotni stres u trajanju od 5 dana sredinom ovog perioda smanjuje prinos ječma za oko 35% (Pržulj, 2005). Osunčanost i maksimalne temperature pokazale su značaj za sazrevanje ječma tokom juna meseca. Kobiljski i Denčić (1997) navode da stres izazvan visokim temperaturama koji izaziva ubrzano sazrevanje može redukovati prinos i do 50%. Takođe, interakciju za prinos možemo objasniti uticajem vlažnosti klime nekog područja kao i odnosa padavina, temperature i broja sunčanih sati na šta ukazuju hidrotermički koeficijent i bioklimatski indeks. Mali doprinos objašnjenju ukupne interakcije imaju promenljive vezane za broj ledenih i tropskih dana. Kod višeredog ječma veći broj genotipova ispod i iznad prosečnih vrednosti prinosa imao je najmanje interakcijske skorove (Somborac, J-32, NS-773, J-29, J-33). Većinu stabilnih genotipova čine novostvorene linije što pokazuje da je postignut napredak u oplemenjivanju u odnosu na postojeće sorte. Ranostasni genotipovi su pokazali veću stabilnost u poređenju sa kasnostasnim genotipovima što se može objasniti većom osetljivošću višeredog ječma na stresne uslove izazvane visokim temperaturama. Nisu ispoljene razlike u broju stabilnih genotipova u poređenju sa dvoredim iako je prosečan prinos svih genotipova bio manji kod višeredog ječma. Kragujevac i Zemun Polje 2010. godine su od sredina imali najmanje skorove. Kao i kod dvoredih ispitivani genotipovi su bili najprinosniji u Zemun Polju 2009. godine. Sorte Sremac i Leotar su na osnovu reziduala pokazale značajne pozitivne interakcije sa Zemun Poljem 2010. godine kao i linije J-26 i J-27 sa istim lokalitetom u 2009. godini. Klimatskim promenljivama nije se kod višeredog forme mogla objasniti interakcija genotipova sa spoljašnjom sredinom za prinos zrna tako da je izostao i grafički prikaz PLS triplotom.

Kod dvoredog ječma od svih ispitivanih osobina visina stabla je sa najmanjim brojem stabilnih genotipova dok je najveći kod broja zrna po klasu. Kod višeredog ječma najmanje stabilnih genotipova ima visina stabla i masa 1000 zrna, a najviše dužina klasa i prinos zrna. Kao genotip sa dobrom stabilnošću za veći broj osobina istakla se linija J-110 (visina stabla, dužina klasa, hektolitarska masa, prinos zrna). Sorta NS-525 je pokazala minimalnu devijaciju za tri osobine (dužina klasa, broj zrna po klasu, hektolitarska masa) kao i linija J-81 (visina stabla, dužina klasa, masa 1000 zrna). Kod višeredog ječma su dva

genotipa pokazala stabilnost za po tri osobine. J-29 za visinu stabla, dužinu klasa i prinos zrna i J-33 za dužinu klasa, masu 1000 zrna i prinos.

Od ispitivanih sredina u Kragujevcu 2009. godine su dvoredi genotipovi postigli stabilnost za tri osobine (visina stabla, dužina klasa, prinos), a za isti broj svojstava minimalna interakcija je postignuta i u Zemun Polju iste godine (visina stabla, dužina klasa, broj zrna po klasu). Višeredi genotipovi su za tri osobine postigli stabilnost jedino u Zemun Polju 2010. godine (dužina klasa, hektolitarska masa, prinos zrna). U Zemun Polju 2009. godine su kod dvorednih genotipova ostvarene najveće vrednosti za većinu osobina (izuzev za hektolitarsku masu). Kod višerednih je u ovoj sredini ostvarena najveća vrednost visine stabla, mase 1000 zrna i prinosa. Za dužinu klasa i broj zrna po klasu najveće prosečne vrednosti ispitivanih genotipova bile su u Kragujevcu 2009. godine, a za hektolitar u Zaječaru iste godine.

PLS modelom su za oba tipa ječma utvrđene promenljive kojima se može objasniti interakcija za ispitivane osobine. Faktori sa najvećim uticajem na interakciju za prinos bili su uglavnom glavni faktori i za druge osobine kod dvoredog, dok su kod višeredog sve osobine gde je primenjen model imale uglavnom zajedničke promenljive kojima je objašnjena interakcija. Slične rezultate su dobili i *Reynolds i sar. (2002)* kod pšenice i tritikalea. Temperaturene promenljive su bile nabrojnije i imale su uticaj u svim fenofazama. Takođe najveći broj je pokazao značajnost tokom maja meseca kada je kod ječmova cvetanje, oplodnja i početak nalivanja zrna.

I drugi autori su koristili PLS model u analizi uticaja klimatskih faktora na agronomske osobine kod najznačajnijih gajenih vrsta kod nas i u svetu. Tako recimo *Balalić i sar. (2012)* su ustanovili da su relativna vlažnost vazduha u fazi cvetanja i fiziološkoj zrelosti kao i maksimalne i srednje dnevne temperature u fazi butonizacije i cvetanja glavni uzrok interakcije hibrida i roka setve za sadržaj ulja suncokreta. Interakcija za prinos ulja bila je pod uticajem relativne vlažnosti u fazi cvetanja i fiziološke zrelosti kao i maksimalnih, srednjih temperatura, broja sunčanih sati i padavina u fazi cvetanja. Takođe, ističu i da su klimatske promenljive koje se nalaze u istom delu PLS grafikona sa rokovima setve u datim rokovima imati visoke vrednosti. I obrnuto, ako su u suprotnim delovima, promenljive će u takvim rokovima imati niske vrednosti.

Zorić (2008) ističe padavine, maksimalne, srednje i minimalne temperature u različitim fenofazama kukuruza kao najznačajnije klimatske promenljive za objašnjenje interakcije genotipa i spoljašnje sredine. Prosečna produktivnost lokacije izražena preko indeksa sredine se takođe ističe kao značajna promenljiva. *Anniccharico i sar. (1995)* ukazuju da je pojava niskih temperatura u najranijim fazama razvoja kukuruza od značaja za objašnjenje interakcije.

Koristeći klimatske i zemljišne promenlive *Dodig i sar. (2007)* PLS modelom utvrdili su uzroke interakcije genotipova pšenice za biomasu i prinos zrna. Faktori spoljašnje sredine kao što su maksimalna temperatura zemljišta na 5 cm dubine u aprilu i maju, vlažnost zemljišta u sloju od 75 cm u martu i trajanje dnevnog osunčavanja u maju mesecu u najvećoj meri doprinose interakciji genotipa sa uslovima gajenja za biomasu po biljci. Slični rezultati su dobijeni za prinos zrna, s tom razlikom da se umesto faktora vlažnost zemljišta u sloju od 75 cm u martu mesecu kao značajna pokazala temperatura zemljišta na 5 cm dubine u junu mesecu. *Vargas i sar. (1998)* su takođe kod pšenice istakli značaj minimalnih temperatura u decembru i januaru i broj sunčanih sati u januaru i februaru kao najznačajnije promenljive za objašnjenje interakcije.

#### **7.4. Korelativna zavisnost između ispitivanih osobina**

Da bi se moglo sagledati koje su osobine najviše uticale u formiranju prinosa zrna, kao i kakav je njihov međusobni odnos, utvrđeni su korelacioni koeficijenti između ispitivanih osobina, tj. utvrđeno je u kolikoj meri je jedna osobina u funkciji delovanja pojedinih osobina. Ispoljavanje jedne osobine pozitivno ili negativno se odražava na ispoljavanje druge osobine. Korelacija je pozitivna ukoliko povećanje ili smanjenje jedne osobine uslovljava povećanje ili smanjenje druge, a korelacija je negativna ukoliko povećanje jedne osobine uslovljava smanjenje drugog i obratno. Saznanja o korelativnim odnosima između osobina mogu biti od velike pomoći selekcionerima ječma. Upravo ona im ukazuje na koje osobine treba usmeriti selekciju da bi se dobilo povećanje zrna u potomstvu.

Korelativna zavisnost prinosa i mase 1000 zrna se u zavisnosti od ispitivane sredine kod dvoredog ječma kretala od -0.280 (Kragujevac 2010) do 0.360 (Zemun Polje 2009), a kod višeredog od -0.280 (Kragujevac 2010) do 0.344 (Kragujevac 2009) i ni jedna nije pokazala značajnost. Negativne korelacije koje nisu značajne u svojim istraživanjima su kod dvoredog i višeredog potvrdili i *Dodig (2000)*, *Bhuta i sar. (2005)*, *Ilker (2006)*, *Sharief (2011)*, *Carpici i sar. (2012)* dok su nesignifikantnu pozitivnu korelaciju istakli *Jui i sar. (1997)*, *Choo i sar. (1980)*, *Ore (1991)*, *Sharief (2011)*. Slične vrednosti koeficijenta korelacije koje nisu bile značajne prinos je imao i sa hektolitarskom masom. Kod dvoredog od -0.154 (Zaječar 2009) do 0.335 (Zaječar 2010). Višeredi su imali slične vrednosti koja se kretala od -0.189 (Kragujevac 2009) do 0.358 (Zemun Polje 2009). Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje su utvrdili *Dodig (2000)* kod dvoredog i višeredog koji je dobio negativne vrednosti koje nisu bile značajne (-0.200) kao i sa rezultatima *Ore (1991)* koja je imala pozitivne nesignifikantne vrednosti (0.300). Sa druge strane *Jui i sar. (1997)* navode kod dvoredih i višeredih genotipova značajne pozitivne korelacije prinosa i hektolitara.

Koeficijent korelacije između prinosa i visine stabla je kod dvoredog imao vrednosti od -0.372 (Kragujevac 2010) do 0.258 (Zaječar 2009) koje nisu bile statistički značajne. Kod višeredih genotipova korelacija između prinosa i visine stabla se kretala od značajne negativne u Kragujevcu 2009. godine (-0.678) do slabe pozitivne u Zaječaru 2009. godine (0.089). To pokazuje da visina kod višeredih genotipova uglavnom ima negativan uticaj na prinos zrna što se može objasniti zbog slabije otpornosti na poleganje višljih genotipova. Slabiju negativnu korelaciju između prinosa i visine stabla kod dvoredog i višeredog ječma dobili su *Jui i sar. (1997)*, dok većina autora ističe slab do jako pozitivan efekat visine na prinos zrna kod oba tipa ječma (*Singh i sar., 1987*; *Špunar i sar., 2002*; *Akdeniz i sar., 2004*; *Bhuta i sar., 2005*). U semiaridnim uslovima Egipta *Sharief (2011)* je kod višeredih genotipova dobio jako pozitivne korelacije što se može objasniti činjenicom da u uslovima sa malom količinom padavina visina stabla ima znatno veći uticaj na prinos nego u humidnijim uslovima. *Annicchiaro i Mariani (1996)* ističu da genotipovi sa visokom stabljikom su pokazali dobru specifičnu adaptibilnost sa sredinama u kojima se javlja

nedostatak padavina, što ima za posledicu njihovu veću osetljivost na poleganje u povoljnim sredinama, ali i veću otpornost na sušu u uslovima stresa.

Između prinosa i dužine klasa kod dvoredih genotipova vrednost koeficijenta je imala vrednosti od -0.222 (Zaječar 2009) do značajno pozitivne 0.543 (Kragujevac 2009). Zavisnost kod višeredih se kretala od značajno negativne -0.510 (Kragujevac 2010) do značajno pozitivne 0.541 (Zaječar 2009). *Sharief (2011)* kod višeredih genotipova dobija slabe negativne korelacije prinosa i dužine klasa, dok isti autor u zavisnosti od ispitivane sredine iznosi i slabo do jako pozitivne vrednosti korelacije ove dve osobine. Na jaku pozitivnu vezu kod dvoredog i višeredog ječma ukazuju *Lalić (1988)*, *Akdeniz i sar. (2004)*, *Carpici i sar. (2012)*.

Mnogi autori smatraju broj zrna po klasu najvažnijom komponentom prinosa. Kod dvoredog ječma je koeficijent korelacije imao vrednosti od nesignifikantno negativne u Zemun Polju 2010. godine (-0.370) do značajno pozitivne u Zaječaru iste godine (0.451). Kod višeredog korelacija je bila od značajno negativne u Kragujevcu 2010. godine (-0.710) do značajno pozitivne u Zaječaru 2010. godine (0.457). Veći broj autora kod dvoredog i višeredog ječma navodi slabo pozitivne (*Hamid i Grafius, 1978; Dodig, 2000; Mohammadi et al., 2006*) do jako pozitivne korelacije (*Choo i sar., 1980; Sharief, 2011; Carpici i sar., 2012*). Na slabe negativne korelacije kod dvoredog ukazuje *Akdeniz i sar. (2004)*.

Masa 1000 zrna i hektolitarska masa su i kod dvorede i višerede forme ječma imali vrednosti koeficijenta korelacije od slabo negativne do slabo pozitivne. Slabo pozitivne vrednosti kod dvoredih i višeredih genotipova navode *Jui i sar. (1997)* i *Dodig (2000)*. Sličnih vrednosti kod obe forme ječma su i koeficijenti između mase 1000 zrna i visine stabla. Slabo negativne vrednosti kod dvoredog dobili su *Carpici i sar. (2012)*, dok su kod dvoredog i višeredog *Jui i sar. (1997)*, *Sharief (2011)* i *Singh (2012)* istakli slabo pozitivne vrednosti. Korelativna zavisnost između mase 1000 zrna i dužine klasa kod dvoredog ječma kretala se od značajno negativne u Kragujevcu 2010. godine (-0.674) do pozitivne u Zaječaru iste godine (0.248), ali nije pokazala značajnost. Kod višeredog je pokazala slične granične vrednosti s tim što su sve sredine imale negativne vrednosti (izuzev u Zaječaru 2010). Na značajne negativne vrednosti višeredog i dvoredog ječma ukazuje *Dodig (2000)*, dok su *Sharief (2011)* i *Singh (2012)* kod višeredog dobili slabo pozitivne korelacije ovih

osobina. Slabo do jako negativne vrednosti koeficijenta korelacije ostvarene je kod obe forme ječma za masu 1000 zrna i broj zrna po klasu. Ovim odnosom se ističe kompenzacijski efekat ove dve osobine jer će smanjenje jednog usloviti povećanje drugog i obratno. Značajno negativne vrednosti dvoredog i višeredog navode i *Hamid i Grafius (1978)*, *Dodig (2000)*, *Singh (2012)*. *Sharief (2011)* kod višeredih genotipova ističe da se u zavisnosti od ispitivane sredine korelacija može kretati od jako negativne do jako pozitivne.

Hektolitarska masa i visina stabla su kod dvoredih i višeredih genotipova imali identične vrednosti koeficijenta korelacije u Zemun Polju 2010. godine (-0.176) koje nisu bile značajne. To su ujedno bile i jedine negativne vrednosti. U ostalim sredinama ostvarene su pozitivne korelacije koje nisu bile statistički značajne izuzev kod dvoredog ječma u Kragujevcu 2009. godine (0.535). *Jui i sar. (1997)* su kod dvoredog imali slabo negativne (-0.02), dok kod višeredog slabo pozitivne vrednosti (0.140). *Dodig (2000)* kod dvoredog i višeredog ističe značajne negativne korelacije ovih osobina (-0.470). Koeficijent korelacije hektolitarske mase i dužine klasa kod dvoredog pokazuje vrednosti od -0.213 (Zemun Polje 2010) do 0.191 (Kragujevac 2010). Sve su slabe i bez statističkog značaja. Kod višeredog ječma jedino je u Zemun Polju 2010. godine bila negativna (-0.213) dok su ostale vrednosti bile pozitivne, ali bez značaja. Na slabe pozitivne vrednosti (0.110) ukazuje *Dodig (2000)*. Hektolitar i broj zrna po klasu su kod dvoredih genotipova ostvarili vrednosti od -0.215 (Zemun Polje 2010) do značajno pozitivne 0.455 (Zaječar 2010). I kod višeredih se zapaža slična zavisnost. Od slabe negativne u Zemun polju 2010. godine (-0.215) do značajne pozitivne u Zemun Polju 2009. godine (0.525). *Dodig (2000)* kod obe forme ječma ističe značajnu negativnu korelaciju ove dve osobine.

Visina stabla i dužina klasa pokazale su vrednosti koeficijenta korelacije od -0.232 (Kragujevac 2009) do značajne pozitivne 0.524 (Zemun Polje 2010). Kod višeredog ječma u svim sredinama su od slabo (0.176 u Kragujevcu 2010) do jako pozitivne korelacije (0.524 u Zemun Polju 2010). Na slabe negativne kod višeredog (-0.330) ukazuje *Sharief (2011)*, na slabe pozitivne (0.033) *Singh (2012)* dok su *Sharief, (2011)* i *Carpici i sar. (2012)* dobili značajne pozitivne korelacije kod oba tipa ječma. Visina stabla i broj zrna po klasu su kod dvoredog imali samo jednu negativnu vrednost korelacije (-0.139 u Zaječaru 2009), dok su sve ostale bile pozitivne, ali bez statističkog značaja. Višeredi genotipovi su

u svim sredinama ostvarili pozitivne koeficijente ove dve osobine, ali je samo u Kragujevcu 2009. godine bio značajan (0.454). *Singh (2012)* ukazuje na slabe pozitivne vrednosti (0.050) kod višeredih genotipova, dok su *Sharief (2011)*, *Carpici i sar. (2012)* i *Al-Tabbal (2012)* dobili značajne pozitivne koeficijente korelacije kod dvoredog i višeredog ječma.

Kod obe forme ječma, dužina klasa i broj zrna po klasu su ostvarili značajne i visoke pozitivne koeficijente korelacije u svim ispitivanim sredinama. U saglasnosti sa ovim rezultatima su i rezultati brojnih autora (*Lalić, 1988; Mody i sar., 2001; Sharief, 2011; Carpici i sar., 2012*). Slabe pozitivne koeficijente kod dvoredog i višeredog ječma ističu *Dodig (2000)* i *Singh (2012)*, dok su po *Mladenovu (1996)* kod pšenice ove dve osobine u značajno negativnoj korelaciji.

Na osnovu ovih rezultata istraživanja može se zaključiti da odlučujuću ulogu u formiranju prinosa zrna ima veći broj osobina. Doprinos svake pojedinačne osobine može biti različit kod raznih genotipova i u raznim uslovima sredine tako da korelacija između dve kvantitativne osobine nije fiksna. To proističe iz interakcije među osobinama unutar svakog genotipa i interakcije genotipa sa faktorima spoljašnje sredine. Zato za efikasniju selekciju na pojedine osobine, a naročito na komponente prinosa treba utvrditi agroekološke uslove u kojima će se ona više ispoljiti (*Yan i Wallace, 1995*).

## 8. ZAKLJUČAK

- U proseku u odnosu na višeredne genotipove dvoredi genotipovi su imali značajno manju visinu stabla (74.1 vs. 77.5 cm), značajno veću dužinu klasa (8.25 vs. 5.89 cm), značajno manji broj zrna po klasu (22.9 vs. 40.2), značajno veću masu 1000 zrna (50.3 vs. 46.1 g) i značajno veću hektolitarsku masu (70.4 vs. 67.6 kg). Kod dvoredog ječma linije su imale značajno veću masu 1000 zrna (51.5 g) u poređenju sa sortama (49.5 g), dok su sorte imale značajno veću hektolitarsku masu (70.8 kg) u odnosu na linije (69.9 kg). U pogledu visine stabla, dužine klasa i broja zrna po klasu nisu se značajno razlikovale. Kod višeredog ječma ispitivane sorte i linije ni po jednoj od prethodno navedenih osobina nisu se značajno razlikovale.
- Prinos zrna kod dvoredog ječma varirao je u opsegu od 5.15 t/ha (Jagodinac) do 6.27 t/ha (NS-525), dok je kod višeredog od 4.71 t/ha (Somborac) do 5.83 t/ha (J-27). Dvoredi genotipovi su u proseku imali značajno veći prinos (5.74 t/ha) od višeredih (5.18 t/ha). Kod dvoredog ječma linije su bile prinornije od sorti (razlika nije značajna), dok je kod višeredog ječma razlika u prinosu između linija i sorti bila statistički značajna u korist linija (5.37 vs. 5.02 t/ha). Ranostasni genotipovi su kod oba tipa ječma bili prinorniji, ali ta razlika nije bila značajna.
- Koeficijenti varijacije dvoredih genotipova su kod svih osobina, izuzev hektolitarske mase bili manji u poređenju sa višeredim. Kod oba tipa ječma hektolitarska masa je sa najmanjim koeficijentom varijacije (oko 5%), dok je prinos zrna kod oba tipa sa najvećim koeficijentom varijacije (preko 20%).
- U sva tri ispitivana lokaliteta prednost u gajenju treba dati dvoredom ječmu jer je imao veće prosečne vrednosti prinosa u poređenju sa višeredim u svakom od njih. U proseku za dve godine najveći prosečan prinos kod oba tipa ječma postignut je na lokalitetu Zemun Polje što ukazuje da ječam povoljno reaguje na zemljištu tipa černozem.
- Kod dvoredog ječma za lokalitet Kragujevac po visini prinosa izdvajaju se genotipovi NS-525, NS-565, J-176. Isti ovi genotipovi imali su najviše prinose u



Zemun Polju, a u Zaječaru genotipovi NS-183, NS-525 i NS-593. Dakle genotip NS-525 se može preporučiti za gajenje na sva tri lokaliteta.

- Kod višeredog ječma za lokalitete Kragujevac i Zemun Polje preporučuju se genotipovi J-27, J-33 i J-26 koji su ostvarili i najveće prinose u dvogodišnjem periodu. Za lokalitet Zaječar možemo preporučiti nekoliko po prinosu sličnih genotipova (J-21, J-33, J-26, Atlas, Ozren, Grand). Dakle genotip J-33 se može preporučiti za gajenje na sva tri lokaliteta.
- Primenom mešovitog modela kod obe forme ječma i svih ispitivanih osobina utvrđena je visoka značajnost efekta genotipa i interakcije genotipa i spoljašnje sredine, dok efekat sredine nije bio statistički značajan.
- Stabilni genotipovi za prinos zrna kod obe forme ječma imaju i ispod i iznad prosečne vrednosti ove osobine. Takođe, nije uočena razlika u broju stabilnih genotipova između formi ječma iako su dvoredi u ovim istraživanjima postigli značajno veće prinose. Kod višeredog ječma veći broj stabilnih genotipova čine linije koje su i značajno prinosnije u poređenju sa starijim sortama što ukazuje na značajan napredak u oplemenjivanju ovog tipa ječma.
- Zbog veće osetljivosti na abiotičke stresove u toku nalivanja zrna, kod višeredog ječma ranostasni genotipovi su pokazali veću stabilnost za prinos zrna od kasnostasnih, dok ta razlika kod dvoredog ječma nije utvrđena. Ovo ukazuje na veću tolerantnost dvoredog tipa ječma u odnosu na višeredi prema suši i visokim temperaturama koje se u našim uslovima često javljaju u periodu posle cvetanja i oplodnje, odnosno u toku nalivanja zrna.
- Kod dvoredog ječma od svih ispitivanih osobina visina stabla je sa najmanjim brojem stabilnih genotipova dok je najveći kod broja zrna po klasu. Kod višeredog ječma najmanje stabilnih genotipova ima visina stabla i masa 1000 zrna, a najviše dužina klasa i prinos zrna.
- Na osnovu rezultata visine prinosa i stabilnosti može se zaključiti da se među ispitivanim linijama mogu izdvojiti nekoliko koje nadmašuju ispitivane sorte. Kod dvoredog to su linije J-176 i J-82, a kod višeredog linije J-33 i J-29.

- Najmanji interakcijski efekat kod dvorednih genotipova za prinos zrna ostvario je lokalitet Kragujevac u obe godine ispitivanja što je potvrđeno i AMMI i PLS modelom. Zemun Polje je u obe godine ispitivanja imao najveću interakciju što je utvrđeno AMMI modelom dok je na osnovu PLS modela isti lokalitet samo u prvoj godini imao najveće interakcijske skorove. Kod višerednih genotipova najmanji interakcijski efekat za prinos zrna su ostvarila sva tri lokaliteta u drugoj godini ispitivanja, dok je najveći efekat ispoljio Zemun Polje 2009. godine. Kod svih ispitivanih osobina kod oba tipa ječma lokaliteti Kragujevac i Zemun Polje na osnovu PLS grafikona stvaraju slične interakcijske efekte.
- Biološkom interpretacijom uzroka interakcije kod dvoredog ječma za ispitivane osobine PLS modelom je utvrđeno da najveći broj klimatskih promenljivih pripada temperaturnim koje su u svim fenofazama ispoljile uticaj. Takođe je i trajanje sunčevog zračenja u svim fenofazama pokazalo značajnost. Padavine su uticale u fenofazi bokorenja, vlatanja i cvetanja dok je relativna vlažnost vazduha imala uticaj tokom bokorenja, vlatanja i sazrevanja. Po fenofazama najveći broj promenljivih je u maju kada je kod ječma cvetanje, oplodnja i početak nalivanja zrna.
- Kod višeredog ječma biološkom interpretacijom PLS modela za interakciju ispitivanih osobina, najveći broj promenljivih je pripadao temperaturnim i imao je uticaj u svim fenofazama razvoja ječma. Broj sunčanih sati je takođe imao u svim fenofazama uticaj na interakciju, dok su padavine uticale tokom bokorenja, vlatanja, cvetanja, oplodnje i početka nalivanja. Relativna vlažnost imala je značaj početkom vlatanja i tokom sazrevanja ječma. Najveći broj promenljivih je imao značaj tokom fenofaze cvetanja, oplodnje i početka nalivanja koji je kod višeredog ječma u maju mesecu.
- Kod oba tipa ječma od značaja za objašnjenje ukupne interakcije su i posebne klimatske promenljive. Bioklimatski indeks koji predstavlja odnos padavina, temperature i broja sunčanih sati kao i hidrotermički koeficijent koji je odraz sušnosti klime određenog područja.

- Koeficijenti korelacije su pokazali velika variranja u zavisnosti od ispitivane sredine što proističe iz interakcije među svojstvima unutar svakog genotipa i interakcije genotipa sa faktorima spoljašnje sredine. Zato za efikasniju selekciju na pojedine osobine, a naročito na komponente prinosa treba utvrditi agroekološke uslove u kojima će se ona više ispoljiti.
- Kod dvorednih genotipova koeficijent korelacije između dužine klasa i broja zrna po klasu je u svim sredinama ostvario značajne pozitivne vrednosti, dok je koeficijent između mase 1000 zrna i broja zrna po klasu u svim sredinama imao negativne vrednosti. Hektolitarska masa i visina stabla kao i visina stabla i broj zrna po klasu samo u jednoj sredini nisu imali pozitivne vrednosti dok koeficijent između mase 1000 zrna i hektolitarske mase samo u jednoj sredini nije bio negativan.
- Kod višerednih genotipova koeficijenti korelacije između dužine klasa i broja zrna po klasu imali su u svim sredinama značajne pozitivne vrednosti. Sve pozitivne vrednosti ostvarene su i između visine stabla i broja zrna po klasu kao i između visine stabla i dužine klasa. Sve negativne vrednosti koeficijenta dobijene su između mase 1000 zrna i broja zrna po klasu. Hektolitarska masa je sa brojem zrna po klasu, dužinom klasa i visinom stabla u pet sredina ostvarila pozitivne vrednosti koeficijenta, dok su koeficijenti između mase 1000 zrna i dužine klasa kao i između prinosa zrna i visine stabla u pet sredina imali negativne vrednosti.
- Prosečne vrednosti koeficijenta korelacije po ispitivanim sredinama pokazuju da je prinos zrna kod oba tipa ječma imao sa dužinom klasa najveću pozitivnu korelaciju, a da je jedino sa visinom stabla ostvario negativnu korelaciju. Ovo ukazuje da bi odabir genotipova sa dužim klasom (samim tim i većim brojem zrna po klasu) i nižim stablom (samim tim i otpornijim na poleganje) uz dobru otpornost na biotičke i abiotičke stresove doprineo povećanju proizvodnje i stabilnosti prinosa ječma u našim agroekološkim uslovima.

## 9. LITERATURA

- Aastveit, H., Martens, H. (1986): ANOVA interactions interpreted by partial least squares regression. *Biometrics*, 42: 829-844.
- Abay, F., Cahalan, C. (1995): Evaluation of response of some barley landraces in drought prone sites of Tigray (Northern Ethiopia). *Crop Improv.*, 22: 125-13.
- Abeledo, L.G., Calderini, D.F., Slafer, G.A. (2003): Genetic improvement of barley yield potential and its physiological determinants in Argentina (1944-1998). *Euphytica*, 130: 325-334.
- Acikgoz, N. (1973): Heterozis, Korrelationen, Heritabilitat und Selektion von Leistungsmerkmalen in drei Sommergerstenkreuzungen. *Zeitsch für Pflanzenzuchtung*, 70: 306-322.
- Acreche, M.M., Briceno-Felix, G., Sanchez, A.M., Slafer, G.A. (2008): Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain. *Eur. J. Agron*, 28: 162-170.
- Adugna, W., Labushange. M.T. (2002): Genotype-environment interactions and phenotypic stability analysis of linseed in Ethiopia. *Plant Breeding*, 121: 6-71.
- Ahlemeyer, J., Aykut, F., Kohler, W., Friedt, W. & Ordon, F. (2006): Genetic gain and genetic diversity in German winter barley cultivars. *In: Cereal Science and Technology for Feeding Ten Billion People: Genomics Era and Beyond*. Eucarpia conference. 13–17 November 2006, Lleida (Spain). *Options Méditerranéennes, Series A*, 81: 43–47.
- Akar, T., Sayim, I., Ergun, N., Aydogan, S., Sipahi, H., Avci, M., Dusunceli, F., Guler, S., Sanal, T., Ayranci, R., Kahraman, T., Ince, T., Aydin, N., Kendal, E., Engin, A. (2008): Improvement candidate malting barley cultivars for diverse agro-ecologies of Turkey. *Proceedings of 10<sup>th</sup> International Barley Genetics Symposium*, Alexandria, Egypt, 443-446.
- Akdeniz, H., Keskin, B., Yilmaz, I., Oral, E. (2004): A research on yield and yield components of some barley cultivars. *Univ. J. Agric. Sci.*, 14 (2): 119-125.

- Al-Tabbal, J. (2012): Genetic Variation, Heritability, Phenotypic and Genotypic Correlation Studies for Yield and Yield Components in Promising Barley Genotypes. *Journal of Agricultural Science*, Vol (4), 3: 193-210.
- Amthor, J.S. (2006): The role of maintenance respiration in plant growth. *Plant, Cell and Environment*, 8: 561-569.
- Andersson, A.A.M., Courtin, C.M., Delcour, J.A., Fredriksson, H., M.D. Schofield, M.D., I. Trogh, I., Tsiami, A.A., Åman, P. (2003): Milling performance of North European hull-less barleys and characterization of resultant millstreams. *Cereal Chem.*, 80: 667-673.
- Annicchiarico, P. (2002): Defining adaptation strategies and yield stability targets in breeding programmes. In: Kang, M.S. (ed) *Quantitative genetics, genomics and plant breeding*: 365-383. Wallingford, UK.
- Annicchiarico, P. (2002): Genotype  $\times$  environment interaction. Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. pp. 115. *Plant production and protection paper*. FAO, Rome.
- Annicchiarico, P., Bertolini, M., Mazinelli, G. (1995) Analysis of genotype-environment interaction for maize hybrids in Italy. *J. Genet and Breeding*, 49: 61-67.
- Annicchiarico, P., Mariani, G. (1996). Prediction of adaptability and yield stability of durum wheat genotypes in normal and artificially drought stressed conditions. *Field Crops Research*, 46: 71-80.
- Annicchiarico, P., Perenzin, M. (1994): Adaptation patterns definition of macro-environments for selections and recommendation of common-wheat genotypes in Italy. *Plant Breeding*, 113: 197-205.
- Babić, V. (2006): Procena interakcije genotip  $\times$  sredina za prinos zrna komercijalnih ZP hibrida kukuruza. Magistarska teza. Univerzitet u Novom Sadu.
- Badu-Apraku, B., Abamu, F.J., Menkir, A., Fakorede, M.A.B., Obeng-Antwi, K. (2003): Genotype by environment interaction in regional early maize variety trials in West and Central Africa. *Maydica*, 48: 93-104.
- Baik, B. K., Ullrich, S.E. (2008): Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *J. Cereal Sci.*, 48: 233-242.

- Baker, R.J. (1996): Oslo and Biggar spring wheat respond differently to controlled temperature and moisture stress. *Journal Plant Science*, 76: 413-416.
- Baker, R.J. (1988): Tests for cross-over genotype by environmental interaction. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 405-410.
- Balalić, I. (2009): Multivarijaciona analiza uticaja interakcije hibrida i roka setve na sadržaj ulja, prinos i komponente prinosa suncokreta. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu.
- Balalić, I., Zorić, M., Branković, G., Terzić, S., Crnobarac, J. (2012): Interpretation of hybrid x sowing date for oil content and oil yield in sunflower. *Field Crop Research*, 137: 70-77.
- Balfourier, F., Oliveira, J.A., Charmet, G., Arbones. E. (1997): Factorial regression analysis genotype by environment interaction in ryegrass populations, using both isozyme and climatic data as covariates. *Euphytica*, 98: 37-46.
- Bantayehu, M. (2009): Analysis and correlation of stability parameters in malting barley. *African Crop Science Journal*, Vol. 17, 3: 145-153.
- Baril, C.P. (1992): Factorial regression for interpreting genotype-environment interaction in bread wheat trials. *Theoretical and Applied Genetics*, 83: 1022-1026.
- Barczak, B., Majcherczak, E. (2009): Effect of varied fertilization with sulfur on selected spring barley yield structure components. *Journal of Central European Agriculture*, 9, 4: 777-784.
- Basfarg, K.E., Cooper, M. (1998): Genotype x environment interaction and some consideration of their implication for wheat breeding in Australia. *Australian Journal of Agricultural research*, 49: 153-174.
- Bhuta, W.M., Barley, T., Ibrahim, M. (2005): Path coefficient analysis of some quantitative characters in husked barley. *Caderno de Pesquisa Ser. Biol.*, 17(1): 65-70.
- Blum, A. (1998): Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilisation. *Euphytica*, 100: 77-83.
- Boer, M., Wright, D., Feng, L., Podlich ,D., Luo, L., Cooper, M., van Eeuwijk, F.A. (2007): A mixed - model quantitative trait loci (QTL) analysis for multiple -

- environment trial data using environmental covariables for QTL - by - environment interactions, with an example in maize . *Genetics*, 177: 1801 – 1813.
- Borojević, S. (1990): *Principles and Methods of Plant Breeding*. Developments in Crop Science, 17. Elsevier. Amsterdam. Oxford.
- Bouzerzour, H., Dekhili, M. (1995): Heritabilities, gains from selection and genetic correlations for grain yield of barley grown in two contrasting environments. *Field Crop Research*, Vol 41, 3: 173-178.
- Bregitzer, P., Raboy, V. (2006): Effects of four identical low-phytate barley mutations on agronomic performance. *Crop Science*, 46: 1318-1322.
- Carpici, B.E., Celim, N. (2012): Correlation and Path Coefficient Analyses of Grain Yield and Yield Components in Two-Rowed of Barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichum*) Varieties. *Not. Sci. Biol.*, 4(2): 128-131.
- Cattivelli, L., Baldi, P., Crosatti, C., Fonzo, N.D., Faccioli, P., Grossi, M., Mastrangelo, A.M., Pecchioni, N., Stanca, A.M. (2002a): Chromosome regions and stress - related sequences involved in resistance to abiotic stress in Triticeae. *Plant Mol. Biol.*, 48: 649-665.
- Cattivelli, L., Baldi, P., Crosatti, C., Grossi, M., Valè, G., Stanca, A.M. (2002b): Genetic bases of barley physiological response to stressful conditions , pp. 307 – 360 . In Slafer, G.A., Molina – Cano, J.L, Savin, R., Araus, J.L. and Romagosa, I. (eds.). *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality* . Food Product Press, New York .
- Cattivelli, L., Ceccarelli, S., Romagosa, I., Stanca, M. (2002): Abiotic stresses in barley: Problems and solution. *Barley: Production, Improvement and Uses*:282-302.
- Ceccarelli, S., Lorenzetti, F., Catena, Q. (1972): Miglioramento genetico dell'orzo da granello: Basi genetiche di alcuni caratteri quantitativi. *Genetica Agraria (Abstract)*, 26: 161-162.
- Campbell, B.T., Baenziger, P.S., Eskridge, K.M., Budak, H., Streck, N.A., Weiss, A., Gill, K.S., Erayman, M. (2004): Using environmental covariates to explain genotype x environment and QTL x environment interactions for agronomic traits on chromosome 3A of wheat. *Crop Science*, 44: 620-627.

- Choo, T.M., Reinbergs, E., Parks, S. (1980): Studies on coefficient of variation of yield components and characters association by path coefficient analysis in barley under row and hill plot conditions. *Zeitsch fur Pflanzenzuchtung*, 84: 107-114.
- Christansen, M.N. (1982): World enviromental limitations to food and fiber culture. In: *Breeding Plants for less favorable Enviroments*, Ed Christiansen, M.N. and Lewis, C.F., Wiley Interscience. New York.
- Cooper, M., Hammer, G.L. (eds). (1996): *Plant adaptation and crop improvement*. CAB International, Wallingford, UK, ICRISAT, Patancheru, India, and IRRI, Manila, Philippines.
- Cornelius, P.L. (1993): Statistical tests and retention of terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trials. *Crop Science*, 33: 1186-1193.
- Cornelius, P.L., Seyedsadr, M.S. (1997): Estimation of general linear-bilinear models for two- way tables. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 58: 287-322.
- Crossa, J. (1990): Statistical analyses of multilocation trials. *Advances in Agronomy*, 44: 55-85.
- Crossa, J., Cornelius, P.L. (2002): Linear-bilinear models for the analysis of genotype-environment interaction. p.305-322. In: Kang, M.S. (ed). *Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding*. CAB International.
- Crossa, J., Cornelius, P.L., Seyedsadr, M.S. (1996): Using the shifted multiplicative model cluster methods for crossover genotype by environment interaction. In: Kang, M.S. and Gauch, H.G. (Eds). *CRC Press, Boca Raton*, 175-198.
- Crossa, J., Cornelius, P.L., Yan, W. (2002): Biplot of linear-bilinear models for studing crossover genotype x environment interaction. *Crop Science*, 42: 619-633.
- Crossa, J., Vargas, M., van Eeuwijk, F.A., Jiang, C., Edmeades, G.O., Hoisington, D. (1999): Interpreting genotype x environment interaction in tropical maize using linked molecular markers and environmental covariables. *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 611-625.
- Debebe, S., Alemu, T., Girma, B. (2008): Stability analysis and factors contributing to genotype by environment interactions in barley for low moisture stress areas.



- Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Barley Genetics Symposium, Alexandria, Egypt. 250-259.
- De Lacy, I.H., Eisemann, R., Cooper, M. (1990): The importance of genotype by environment interactions in regional variety trials. Genotype by environment interaction and plant breeding. Louisiana State University Center LA, USA. 287-300.
- Denčić, S. (1989): Genetička analiza arhitekture klasa pšenice. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu.
- Denčić, S. (1990): Oplemenjivanje pšenice promenom arhitekture klasa. Savremena poljoprivreda, 38, 1-2: 137-144.
- Denčić, S., Mikić, K., Momčilović, V. (1992): Rezultati rada na genetici i oplemenjivanju ječma. U Lazić, V. (ed.) Pivski ječam i slad. Monografija, 52-64.
- Denis, J.B. (1988): Two-way analysis using covariates. Statistics, 19: 123-132.
- Dimitrijević, M., Petrović Sofija. (2000): Adaptabilnost i stabilnost genotipa. Selekcija i semenarstvo, 7 (1-2): 21-28.
- Dobzhansky, T. (1970): Genetics of the Evolutionary Process. Columbia Univer. Press, New York. p.505
- Dodig, D. (2000): Morfološke i produktivne osobine hibrida dvoredog i šestoredog ječma u F4 i F5 generaciji. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu.
- Dodig, D., Zorić, M., Knežević, D., Dimitrijević, B., Šurlan-Momirović, G. (2007): Assessing wheat performance using environmental information. Genetika, 39, 3: 413-425.
- Dofing, S., Knight, C. W. (1994): Yield Component Compensation in Uniculm Barley Lines. Agronomy Journal, 86: 273-276.
- Đekić, V., Staletić, M., Glamočlija, Đ., Branković, S. (2010): Varijabilnost prinosa i komponenata prinosa zrna kg sorti ozimog ječma. Zbornik radova XV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 26-27. mart 2010, Čačak, Vol. 16 (17): 223-226.
- Đekić, V., Staletić, M., Glamočlija, Đ., Branković, S. (2010): Varijabilnost prinosa i komponenata prinosa zrna kg sorti ozimog ječma. Zbornik radova XV Savetovanja

- o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 26-27. mart 2010, Čačak, Vol. 16 (17): 223-226.
- Đekić, V., Milovanović, M., Staletić, M., Popović, V., Jelić, M. (2012a): Effect of genotype and environment on winter barley quality (*Hordeum vulgare L.*). Proceedings, XVI International Eco-Conference® 2012 "Safe food", 26-29. September 2012, Novi Sad, 145-153.
- Đekić, V., Staletić, M., Milivojević, J., Jelić, M., Popović, V. (2012b): Parametri stabilnosti prinosa zrna jarog ječma. Zbornik radova XVII Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 6-7. april, Čačak, vol. 17 (19), 53-57.
- Đekić, V., Staletić, M., Milivojević, J., Popović, V., Branković, S. (2012c): Effect of genotype and environment on spring barley and oats quality. Proceedings, Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", AGROSYM, 15-17. November, Jahorina, p. 235-240.
- Đekić, V., Milivojević, J., Jelić, M., Popović, V., Branković, S., Perišić, V., Bratković, K. (2014): Parametri rodosti različitih sorti jarog ječma (*Hordeum vulgare L.*). Zbornik radova XIX Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 07-08. mart, Čačak, vol. 19 (21), 41-45.
- Đokic, A. i Mladenov, N. (1990): Uticaj nekih faktora na prinos novih sorti pšenice i predlog sortne agrotehnike. Poljoprivreda: 352-353.
- Ebdon, J. S., Gauch, H. G. Jr. (2002): Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trials. Crop sci., 42: 489-496.
- Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
- Eckart, C., Young, G. (1936): The approximation of one matrix by another of lower rank. Psychometrika, 1: 211-218.
- Epinat-Le Signor, C., Dousse, S., Lorgeou, J., Denis, J.B., Bonhomme, R., Carolo, P., Charcosset, A. (2001): Interpretation of genotype x environment interactions for early maize hybrids over 12 years. Crop Science, 41: 663-669.
- FAOSTAT. 2008. <http://fostat.fao.org/faostat/>.
- FAOSTAT. 2010. <http://fostat.fao.org/faostat/>.

- Federer, W.T., Scully, B.T. (1993): A parsimonious statistical design and breeding procedure for evaluating and selecting desirable characteristics over environment. *Theoretical and Applied Genetics*, 86: 612-620.
- Fejer, S.O., Fedak, G. (1977): Genetic analysis of hybrids between spring and winter barley. *Zeitsch fur Pflanzenzuchtung*, 79: 196-202.
- Fejer, S.O., Fedak, G. (1978): Heterosis in Conventional and Short Straw Barley Crosses. *Zeitsch fur Pflanzenzuchtung*, 80: 250-260.
- Fekadu, W., Zelekle, H., Ayana, A. (2011): Genetic improvement in grain yield potential and associated traits of food barley in Ethiopia. *Ethiop. J. Appl. Sci. Technol.*, 2: 39-57.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. (1963): The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754.
- Fischer, R.A. (1985): Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.*, 108: 447-461.
- Fox, G.P., Kelly, A.M., Bowman, J.G., Inkerman, P.A., Poulsen, D.M.E., Henry, R.J. (2007): Relationship between malt and feed quality in barley (*Hordeum vulgare*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* (accepted).
- Francis, T.R., Kannenberg, L.W. (1978): Yield stability studies in short season maize: Descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 1029-1034.
- Frey, K. (1975): Research for food production and protection as viewed by scientist. *Journal paper, No.J.-8315, Iowa Agric, and Home.Exp Station: 137-177.*
- Gabriel, K.R. (1978): Least squares approximation of matrices by additive and multiplicative models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 40:186-196.
- Gabriel, K.R. (1971): The biplot graphic display of matrices with application to principal components analysis. *Biometrika*, 58: 453-467.
- Ganuševa N., Dimova D. (1990): Nasleđavanje na njakoi količestveni praznaci pri recipročni krvstoki dvureden egemik. *Selskostopanska Akademija*

- Naučnoisledovateljski instituta po egemika. Dokladi ot jibilejna naučna sesija s međunarodno učastie. Kornobat. 52-58.
- Gauch, H.G. (1992): Statistical analysis of regional trials: AMMI analysis of factorial design. Elsevier Health Sciences, The Netherlands.
- Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1996): AMMI analysis of yield trials. p. 85-122. In: Kang, M.S. and Gauch, H.G. (ed). Genotype by environment interaction. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1988): Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. Theoretical and Applied Genetics, 76: 1-10.
- Glamočlija, Đ. (2004): Posebno ratarstvo. Draganić: 58-62.
- Gollob, H.F. (1968): A statistical model which combines features of factor analytic and analysis of variance techniques. Psychometrika, 33: 73-115.
- Grafius, J.E., Thomas, R.L., Barnad, J. (1976): Effect of parental component complementation on yield and component of yield in barley. Crop Science, 16: 55-59.
- Gunjača, J. (2001): Interakcija genotip  $\times$  okolina u nebalansiranim serijama pokusa. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu.
- Hamid, Z.A. and Grafius, J.E. (1978): Development allometry and its implication to grain yield in barley. Euphitica, 23: 535-542.
- Hegeman, V., Johnson, D.E. (1976): On analyzing two-way AOV data with interaction. Tehnometrics, 18: 273-281.
- Helland, I. S. (1988): On the structure of partial least squares regression. Communications in Statistics B - Simulation and Computation, 17: 581-607.
- Hernandez, C.M., Crossa, J., Castillo, A. (1993): The area under the function: An index for selecting desirable genotypes. Theoretical and Applied Genetics, 87: 409-415.
- Hühn, M. (1979): Beiträge zur erfassung der phänotypischen stabilität. I. Vorschlag einiger auf ranginformationen beruhenden stabilitätsparameter. EDV in Medizin und Biologie, 10: 112-117.

- Hühn, M. (1990): Nonparametric estimation and testing of genotype  $\times$  environment interaction by ranks. In: M.S. Kang (eds) *Genotype by Environment Interaction and Plant Breeding*. Louisiana State University Agricultural Center. USA: 69-93.
- Ilker, E. (2006): Relationships between yield and yield components of barley crosses. *J. Agric. Fac. of Ege. Univ.*, 43(3): 1-11.
- Jeromela, A., Terzić, S., Zorić, M., Marinković, R., Atlagić, J., Mitrović, P., Milovac, Z. (2011): Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice (*Brassica napus* L.). *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48 (1): 67-75.
- Jevtić, S. (1992): Posebno ratarstvo. Poljoprivredni fakultet. Beograd: 122-136.
- Jezowski, S., Surma, M., Krajewski, P., Adamski, T. (2003): Genotype-environment interaction of barley DH lines in terms of morphological and physical traits of the stem and the degree of lodging. *Int. Agrophysics*, 17: 57-60.
- Johnson, R.C., Kanemasu, E.T. (1984): Sensitivity of wheat phases development to high temperatures. *Aust. J. Plant Physiol.*, 10: 393-426.
- Jovanović, B., Đokić, A., Prodanović, S., Mladenov, N., Maletić, R. (1992): Uticaj morfoloških osobina klasa na masu zrna pšenice. *Savremena poljoprivreda*, Vol. 40, 4: 31-35.
- Jui, P.Y., Choo, T.M., Ho, C.M., Konishi, T., Martin, R.A. (1997): Genetic analysis of a two row  $\times$  six row cross of barley using DH lines. *Theor. App. Genet.*, 94: 549-556.
- Kamatsuda, T., Pourkheirandish, M., He, C., Azhaguvel, P., Kanamori, H., Perovic, D., Stein, N., Graner, A., Wicker, T., Tagiri, A., Lundqvist, U., Fujimura, T., Matsuoka, M., Matsumoto, T., Yano, M. (2007): Six rowed barley originated from a mutation in a homeodomain –leucin zipper I class homeobox gene. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 104, 4: 1424-1429.
- Kang, M.S. (2004): Breeding: Genotype by environment interaction. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*: 218-221.
- Kang, M.S. (ed.). (1990): *Genotype by Environment Interaction and Plant Breeding*. Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, Louisiana.
- Kang, M.S., Harville, B.G., Gorman, D.P. (1989): Contribution of weather variables to genotype  $\times$  environment interaction in soybean. *Field Crops Research*, 21: 167-300.

- Karamanos, A.J. and Papatheohari, A.Y. (1999): Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index . *Crop Sci.*, 39: 1792-1797.
- Kaya, Y., Palta, C., Taner, S. (2002): Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performance in bread wheat genotypes across environments. *Turk J. Agric.*, 26: 275-279.
- Kelly, A.M., Smith, A.B., Eccleston, J.A., Cullis, D. (2007): The accuracy of varietal selection using factor analytic models for multi-environment plant breeding trials. *Crop Science*, 47: 1063-1070.
- Kelly, J.D., Kolkman, J.M., Schneider, K. (1998): Breeding for yield in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, 102: 343-356.
- Kempton , R.A., Fox, P.N. (eds). (1997): *Statistical Methods for Plant Variety Evaluation*. Chapman and Hall, London.
- Knopp, E. (1985): Shot apex development, date of anthesis and grain yield of autumn. Sown spring and winter barley (*Hordeum vulgare* L) after different sowing times. *Zeitsch fur Acker und Pelanzenbau*, 155: 73-81.
- Konovalov, B., Sidorenko, R. (1990): Svjaz urožajnosti i produktivnosti sortov jarovogo jačmenja s elementi strukturi urožaja i drugim pokazateljima. Selekcija i semenovodstvo, 4: 74-81.
- Kovačević, J. (1980): Procena heritabilnosti nekih kvantitativnih svojstava dvoredog ječma (*Hordeum vulgare* L., conv. *distichon*). Magistarski rad. Osijek.
- Kovačević, J. (1986): Kvantitativna analiza prinosa i komponenata prinosa ječma u odnosu na metode oplemenjivanja. Doktorska disertacija. Sveučiliste u Zagrebu.
- Kroonenberg, P.M. (1995): Introduction to biplots for  $G \times E$  tables. Department of Mathematics, Research Report 51, University of Queensland.
- Kumar, M., Ram, S., Bhushan, B., Kumar, A. (2013): Estimation of genetic parameters and character association in barley (*Hordeum vulgare* L.). *J. Wheat Res.*, 5 (2): 76-78.
- Lacaze, X., Roumet, P. (2004): Environment characterisation for the interpretation of environmental effect and genotype x environment interaction. *Theoretical and Applied Genetics*, 109: 1632-1640.

- Lagassé, S.L., Hatcher, D.W., Dexter, J.E., Rossnagel, B.G., Izydorczyk, M.S. (2006): Quality characteristics of fresh and dried white salted noodles enriched with flour from hull - less barley genotypes of diverse amylose content. *Cereal Chem.*, 83: 202-210.
- Lalić, A. (1988): Uperedna analiza komponenata prinosa i prinos zrna ječma F3 populacija dvoredog i višeredog tipa. Magistarski rad. Osijek.
- Le Gouis, J. (1992): A comparison between two and six row winter barley genotypes for above ground dry matter production and distribution. *Agronomie*, 12: 163-171.
- Lin, C.S., Binns, M.R. (1988): A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 193-198.
- Lin, C.S., Binns, M.R. (1994): Concepts and methods of analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews*, 12: 271-297.
- Lin, C.S., Binns, M.R., Lefkovitch, L.P. (1986): Stability analysis: where do we stand? *Crop Science*, 26: 894-900.
- Madić Milomirka (2002): Genetička analiza prinosa i komponenti prinosa ozimog ječma (*Hordeum vulgare* Jessen.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Kragujevcu.
- Madić Milomirka, D. Đurović, Paunović, A. (2004): Genetička analiza komponenti prinosa u ukrštanjima dvorednih i šestorednih ječmova. X Simpozijum o krmnom bilju Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učešćem. *Acta Agriculturae Serbica*, IX, 17: 157-164.
- Madić Milomirka, Paunović A., Knežević, D., Zečević, V. (2009): Grain Yield And Yield Components Of Two-Row Winter Barley Cultivars And Lines. *Acta Agriculturae Serbica*. XIV, 27: 17-22.
- Madre, M. (2004): Progress in malting barley breeding in SECOBRA. pp. 374–383, *in*: J. Spunar and J. Janikova (editors). Proceedings of the 9th International Barley Genetics Symposium. Brno, Czech Republic, 20–26 June 2004. Agricultural Research Institute, Kromeriz, Brno, Czech Republic.
- Mahammadi, M, Ceccorelli, S., Naghavi, M.R.(2006): Variability and genetic parameters for related traits to drought tolerance in doubled haploid population of barley

- (*Hordeum Vulgare* L.). International Journal of Agriculture Biology, 85(5): 694 – 697.
- Maksimović, D. (1979): Razlika između sorata jarog dvoredog i ozimog višeredog ječma u rodnosti i kvalitetu zrna i slada. Pivarstvo, 2: 59-67.
- Maksimović, D., Krstić, M. (1990): Rodnost i kvalitet zrna i slada novih linija jarog i ozimog dvoredog ječma. Zbornik radova Instituta za strna žita Kragujevac, 10: 147-155.
- Malešević, M., Starčević, Lj. (1992): Pivski ječam i slad. Monografija. Poljoprivredni fakultet Novi Sad: 14-51.
- Malosetti, M., Voltas, J., Romagosa, I., Ullrich, S.E., van Eeuwijk, F.A. (2004): Mixed models including environmental covariables for studying QTL by environment interaction. Euphytica, 137: 139-145.
- Martinčić, J., Bede, M., Kovačević, J., Hackenberg, D., Drezner, G., Lalić, A. (1987): Informacije o radu na oplemenjivanju pšenice, ozimog i jarog ječma u 1983., 1984., 1985. i 1986. godini. Poljoprivredni institut Osijek, 81: 225.
- Martiniello, P., Delogu, G., Odoardi, M., Boggini, G., Stanca, A.M. (1987): Breeding progres in grain yield and selected agronomic characters of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) over the last quarter of a century. Plant Breeding, 99: 289-294.
- Marquart, L., Faubion, J., Liu, R.H., Smail, V., Fulcher, G., Scheideman, M. (2007): Moving whole grains forward: the case for a whole grain collaborative. Cereal Foods World, 52: 196-200.
- McMaster, G.S. (2005): Phytomers, phyllochrons, phenology and temperate cereal development. Journal of Agricultural Science, 143: 137-150.
- Medimagh, S., Felah, M., Gazah, M. 2012. Barley breeding for quality improvement in Tunisia. African Journal of Biotechnology, 11 (89). 15516-15522.
- Mihaljev, I., Kraljević-Balalić Marija ( 1987): Ekološka stabilnost komponenti prinosa i sadržaja proteina u zrnu pšenice. Genetika, 20: 33-38.
- Miralles, D., Slafer, G. (2007): Sink limitations to yield wheat: how could it be reduced? J. Agric. Sci. 145: 139-149.



- Miralles, D., Richard, A., Slafer, G. (2000): Duration of stem elongation period influences the number of fertile florets in wheat and barley. *Australian Journal of Plant and Physiology*, 27 (10): 931-940.
- Mishra, C.N., Singh, S.K., Singh, P.C., Bhardwaj, D.N., Singh, H.L. (2007). Genetic variability in barley. *International Journal of Plant Science*, 3(2): 220-221.
- Mišić, T., Denčić, S., Mihaljev, I., Mladenov, N., Jerković, Z., Jevtić, R., Pavković, L. (1998): Novosadske sorte ozime pšenice priznate u 1997. godini. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Zbornik radova*, 30: 483-486.
- Mladenov, N. (1996): Proučavanje genetičke i fenotipske varijabilnosti linija i sorata pšenice u različitim agroekološkim uslovima. *Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu*.
- Mladenov, N., Pržulj, N. (1999): Effect of winter and spring precipitation on winter wheat yield. *Rostlinna výroba* 45(1): 17-22.
- Mohamadi, M., Karimizadeh, R., Noorinia, A.A. (2013): Analysis of yield stability in multi-environments trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using AMMI model. *Current Opinion in Agriculture*, 2 (1): 20-24.
- Moreno-Gonzales, J., Crossa, J., Cornelius, P.L. (2003): Additive main effects and multiplicative interaction model II. *Crop Sci.*, 43: 1976-1982.
- Motzo, R., Giunta, F., Deidda, M. (2001): Factors affecting the genotype  $\times$  environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. *Euphytica*, 121: 317- 324.
- Momčilovic, V., Pržulj, N. (2008): Spring malting barley quality in semiarid conditions. In B. Kobiljski (Ed) *Conventional and Molecular Breeding of Field and Vegetable Crops*. 24-27 November 2008, Novi Sad, Serbia: 422-425.
- Momčilović, V., Pržulj, N., Mikić, K., Malešević, M., Jevtić, R. (2000): Ozimi pivski ječam-Novosadski 525. *Nučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Zbornik radova*, 33: 173-181.
- Moody, D.B., Flood, R.G., Fettell, N. (2001): Physiological basis of grain size variation amongst barley cultivars. In 10<sup>th</sup> Australian Agronomy Conference.

- Nachit, M.M., Sorrells, M.E., Zobel, R.W., Gauch, H.G., Fischer, R.A., Coffman, W.R. (1992): Association of environmental variables with sites mean grain yield and components of genotype-environment interaction in durum wheat. *Journal of Genetics and Breeding*, 46: 369-372.
- Naylor, R.E.L., Stokes, D.T., Matthews, S. (1998): Biomass, shoot uniformity and yield of winter barley. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 131: 13-21.
- Navabi, A.R., Yang, J., Helm, J., Spaner, D.M. (2006): Can spring wheat growing mega-environments in the northern Great Plains be dissected for representative locations or niche-adapted genotypes? *Crop Science*, 46: 1107-1116.
- Nurminiemi, M., Madsen, S., Rognli, O.A., Bjornsta, A., Ortiz. R. (2002): Analysis of genotype by environmental interaction of spring barley tested in the Nordic Region in Europe: Relationships among stability statistics for grain yield. *Euphytica*, 127: 123-132.
- Ore Ružica (1990): Korelacije i parcijalni koeficijenti između nekih svojstava ozimog pivskog ječma. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 51: 219-223.
- Ore Ružica (1991): Genetska analiza žetvenog indeksa i njegov uticaj na prinos zrna ječma. Magistarski rad. Univerzitet u Novom Sadu.
- Paroda, R.S. (1972): The impact of synchrony of ear emergence and grain yield and components of yield and path coefficient analysis in spring barley. *Zeitsch fur Pflanzenzuchtung*, 67: 145-160.
- Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (eds). (2007): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Paunović, A., Madić, M., Knežević, D., Đurovic, D. (2006): The interdependence of productive and technological traits in two-rowed spring barley. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. XI, 22: 37-43.
- Percival, J. (1921): *The Wheat Plant*. Duckworth Publishers, London.
- Perić, Đ. (1986): Proizvodnja i tehnološka svojstva ozimih sorti ječma. *Zbornik radova, Kragujevac*, 8: 37-46.

- Perkins, J.M., Jinks, J.L. (1968): Environmental and genotype-environmental components of variability. Multiple lines and crosses. *Heredity*, 23: 339-356.
- Perović, D., Forster, J., Welz, G., Kopahnke, D., Lein, V., Loschenberger, F., Buerstmayer, H., Ordon, F. (2008): Marker assisted wheat improvement: Creating semi-dwarf phenotypes with superior Fusarium Head Blight resistance. 3<sup>rd</sup> Int. Symposium. Szeged. Hungary.
- Petrović Nevena (2001): *Meteorologija i klimatologija u biotehnici. Praktikum.* Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- Pinthus, M.J. (1987): Yield, grain weight and height relationships in two random samples of early semidwarf genotypes of spring wheat (*T. aestivum* L.). *Plant Breeding*, 99: 34-40.
- Plaisted, R.L., Peterson, I.C. (1959): A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *American Potato Journal*, 36: 381-385.
- Powell, W., Thomas, W.T.B., Caligari, P.D.S., Jinks, Z.L. (1985): The effects of major genes on quantitatively varying characters in barley: 1. The Art Locuc. *Heredity*, 54: 543-548.
- Pržulj, N. (2001): Cultivar and year effect on grain filling of winter barley. *Plant Breeding and Seed Science*, 45: 45-58.
- Pržulj, N., Grujić O., Momčilović, V., Đuric, V., Pejić, J. (2005): Pivski ječam u uslovima visokih temperatura i deficita vode. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*, 41: 313-321.
- Pržulj, N., Malešević, M. (1998): Uticaj sorte i godine na prinos i neke osobine zrna jarog pivskog ječma. III jugoslovenski simpozijum prehrambene tehnologije, *Zbornik radova*. 4-6.02.1998, Beograd, SR Jugoslavija: 129-133.
- Pržulj, N., Mikić, K., Momčilović, V., Malešević, M. (1996): Napredak u oplemenjivanju stočnog i pivskog ječma. *Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zbornik radova*, 25: 291-303.

- Pržulj, N., Momčilović, V. (2008): Cultivar × year interaction for winter malting barley quality traits. In B. Kobiljski (Ed) Conventional and Molecular Breeding of Field and Vegetable Crops, 24-27. November 2008, Novi Sad, Serbia: 418-421.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2003): Genetika i oplemenjvanje osobina koje određuju kvalitet stočnog ječma. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Zbornik radova, 38: 131-144.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2009): Nove sorte ozimog višeredog ječma. Selekcija i semenarstvo, 4: 7-19.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2002): Novosadske sorte ječma za agroekološke uslove jugoistočne Evrope. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zbornik radova, 36: 271-282.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (1998): Novosadske sorte pivskog ječma za proizvodne uslove Jugoslavije. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zbornik radova, 30: 453-462.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2008): Novosadski 565 i Novosadski 589-nove sorte ozimog pivskog ječma. Selekcija i semenarstvo, Vol. 14, No. 1-4: 75-80.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (1995): Oplemenjivanje pivskog ječma. Pivarstvo, 28, 3: 161-163.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2010): Značaj i oplemenjivanje ječma i ovs. Ratarstvo i povrtarstvo 47: 33-42.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2011): Značaj faze organogeneze formiranje klasića u biologiji prinosa ozimog dvoredog ječma. Ratarstvo i Povrtarstvo, 48: 37-48.
- Pržulj, N., Momčilović, V., Mladenov, N. (1999): Temperature and precipitation effect on barley yields. Bulg. J. Agric. Sci., 5: 403-410.
- Pržulj, N., Momčilović, V., Mladenov, N., Marković, M. (1997): Effects of temperature and precipitation on spring malting barley yields. In: Jevtić, S. and Pekić, S. (eds). Proceedings of drought and plant production: 195-204.
- Reynolds, M.P., Trethowan, R., Crossa, J., Vargas, M., Sayre, K.D. (2002): Physiological factors associated with genotype by environment interaction in wheat. Field Crops Research, 75: 139-160.

- Riggs, T.J., Hayter, A.M. (1975): A study of the inheritance and interrelationships of some agronomically important characters in spring barley. *Theor. and Applied Genetics*, 46: 708-717.
- Rizza, F., Badeck, F.W., Cattivelli, L., Lidestri, O., Fonzo, N.D., Stanca, A.M. (2004): Use of a water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop Sci.*, 44: 2127-2137.
- Rodríguez, Monica, Rau, D., Papa, R., Attene, G. (2008): Genotype by environment interaction in barley (*Horedum vulgare* L.): Different responses of landraces, recombinant inbred lines and varieties to Mediterranean environment. *Euphytica*, 163 (2): 231-247.
- Romagosa, I., Fox, P.N., Garcia del Moral, L.F., Ramos, J.M. (1993): Integration of statistical and physiological analyses of adaptation of near-isogenic barley lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 86: 822-826.
- Romagosa, I., van Eeuwijk, F., Thomas, W.T.B. (2009): Statistical analyses of genotype by environment data, pp. 291-331. In M. Carena (ed.). *Cereals. Handbook of Plant Breeding*, Vol. 3. Springer, Secaucus, NJ.
- Rosengrant, M.W., Agcaoli-Sombilla, M., Perez, N.D. (1995): *Global Food Projection to 2020: Implication for Investment*. IFPRI, Washington, DC.
- Savin, R., Stone, P.J., Nicolas, M.E., Wardlaw, I.F. (1997): Grain growth and malting quality of barley. 2. Effects of temperature regime before heat stress. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48: 625-634.
- Schafer, B., Bartels, M. (2000): Wintergerste. In: *Pflanzenbau und Pflanzenschutz-Empfehlungen 2000/2001*, Landwirtschaftskammer Hannover: 64-69.
- Sharief, A.E., Attia, A.N., Saied, M., El-Hag, A. (2011): Agronomical studies on barley: yield analysis. *Crop & Environment*, 2(1): 11-18.
- Schillinger, W.F. (2005). Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley and oat. *Crop Sci.*, 45: 2636-2643.
- Schoeman, L. (2003): Genotype  $\times$  environment interaction in sunflower (*Helianthus annuus*) in South Africa. PhD thesis. University of the Free State, Bloemfontein, South Africa.

- Schwarz, P., Harsley R. (1995): Malt Quality Improvement in North America Six-rowed Barley Cultivar since 1919. *Journal of the American Society of Brewery Chemists*, 53 (1): 14-18.
- Sethi, D.S., Singh, H.B., Sharma, K.D. (1972): Variability and correlation in hulled barley. *Indian Jour. of Agr. Sci.*, 42 (1): 21-26.
- Seyedsadr, M., Cornelius, P.L. (1992): Shifted multiplicative models for nonadditive two-way tables. *Communications in Statistics B-Simulation and Computation*, 21: 807-832.
- Shaft, B., Price, W.J. (1998): Analysis of genotype by environment interaction using the main effects and multiplicative interaction model and stability estimates. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 3: 335-345.
- Shahinnia, F., Rezai, A.M., Tabatabaei, B.E. (2005): Variation and Path Coefficient Analysis of Important Agronomic Traits in Two and Six Rowed Recombinant Inbred Lines of Barley. *Czech J.Genet. Plant Breed.*, 41: 246-250.
- Shahmohamadi, M., Dehghani, H., Yousefi, A. (2004): Additive main effects and multiplicative interaction analysis in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*, 20 (4): 405-416.
- Sharma, R.K., Dashora, S.L., Tikka, S.B.S., Mathur, J.R. (1977): Correlation and inheritance of leaf area and grain yield in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Zeitsch fur Pflanzenzuchtung*, 79: 315-323.
- Sharma, S.N., Sain, R.S., Sharma, R.K. (2003): Genetics of spike length in durum wheat. *Euphytica*, 130: 155-161.
- Shukla, G.K. (1972): Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. *Heredity*, 29: 237-245.
- Singh, A.P. (2011): Genetic variability in two rowed barley (*Hordeum Vulgare* L.). *Indian J.Sci.Res.*, 2 (3): 21-23.
- Singh, M., Ceccarelli, S., Grando, S. (1999): Genotype  $\times$  environment interaction of crossover type: detecting its presence and estimating the crossover point. *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 988-995.
- Singh, M.K., Pandey, R.L., Singh, R.P. (1987): Correlation and path coefficient analysis in barley grown on saline soil. *Current Agric.* 11(1-2): 55-58.

- Singh, N. (2012): Correlation in barley (*Hordeum vulgare* L.) on salt affected soil. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science, 2: 118-131.
- Slafer, G.A., Araus, J.L., Royo, C., Del Moral, L.F.G. (2005): Promising eco-physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. Ann. Appl. Biol., 146: 61-70 .
- Slafer, G.A., Satorre, E.H., Andrade, H. (1994): Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes, pp. 1-67 . In G.A. Slafer (ed.). Genetic Improvement of Field Crops. Marcel Dekker New York.
- Slafer, G.A., Whitechurch, E.M. (2001): Manipulating wheat development to improve adaptation and to search for alternative opportunities to increase yield potential. Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT, Mexico, DF: 160-170.
- Stojanović, Ž. (1993): Nasleđivanje dužine klasa i njen uticaj na ispoljavanje genetičkog potencijala rodnosti i kvaliteta kod hibridne kombinacije ozime pšenice 28/Iib-208. Doktorska disertacija. Beograd.
- Stojanović, Ž., Dodig, D., Stanković, S., Petrović, R. (1998): Importance of Six-rowed Spike for Increasing in Genetic Fertility Potential of Barley. Breeding of Small Grains. Proceedings. Kragujevac, 209-215.
- Stone, M. (1974): Cross-validatory choice and assessment of statistical predictions (with Discussion). Journal of Royal Statistical Society Series B, 36: 111-148.
- 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.
- Špunar, J., Blumel, H., Fouquin, G. (2008): Global warming impact-winter barley as reserve crop for the brewing industry in the traditional European countries declaring exclusive or dominating spring malting barley utilization. Proceedings of 10<sup>th</sup> International Barley Genetics Symposium, Alexandria, Egypt, 395-405.
- Špunar, J., Vaculova, K., Špunarova, M., Nesvadba, Z. (2002): Comparison of important parameters of spring and winter barley cultivated in sugar beet production area of Czech Republic. Rostlinna Vyroba, 48 (6): 237-242.
- Talbot, M. (1993): Variety yield stability. Aspects of Applied Biology, Physiology of Varieties, 34: 37-46.

- Tamm, U. (2003): The variation of agronomic characteristics of European malting barley varieties. *Agronomy Research*, 1: 99-103.
- Tambussi, E.A., Nogues, S., Araus, J.L. (2005): Ear og durum wheat under water stress: water relations and photosynthetic metabolism. *Planta*, 221: 446-458.
- Tubiello, F.N., Donatelli, M., Rosenzweig, C., Stockle, C.O. (2000): Effects of climate change and elevated CO<sub>2</sub> on cropping systems: model predictions at two Italian locations. *Eur. J. Agric*, 13: 179-189.
- Ullrich, E.S. (2002): Genetics and breeding of barley feed quality, pp. 115-142 . *In* Slafer, G.A., Molina-Cano, J.L., R. Savin, R., Araus J.L. and Romagosa, I. (eds.). *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality*. Haworth Press, Binghamton, NY.
- Ullrich, E.S. (2011): Significance, adaptation, production and trade of barley. *Barley: Production, Improvement and Uses*: 3-13.
- Van Eeuwijk, F.A. (1996): Between and beyond additivity and non additivity: The statistical modeling of genotype by environment interaction in plant breeding. Ph.D. diss., Wageningen Agric. Univ., Wageningen, the Netherlands.
- Van Eeuwijk, F.A. (1995): Linear and bilinear models for the analysis of multi-environmental trials. *Euphytica*, 84: 1-7.
- Van Eeuwijk, F.A., Denis, J., Kang, M.S. (1996): Incorporating additional information on genotypes and environments in models for two-way genotype by environment tables. 15-49. *In*: Kang, M.S., Gauch, H.G. (eds). *Genotype by environment interaction: new perspectives*. CRC Press, Boca Ration, FL.
- Van Oosterom, E.J. Kleijn, D., Ceccarelli, S., Nachit, M.M. (1993): Genotype by environment interaction of barley in Mediterian region. *Crop Science*, 33: 669-674.
- Vargas, M., Crossa, J., van Eeuwijk, F.A., Sayre, K.D., Reynolds, M.P. (2001): Interpreting treatment x environment interaction in agronomy trials. *Agronomy Journal*, 93: 949-960.
- Vargas, M., Crossa, J., van Eeuwijk, F.A., Ramirez, M.E., Sayre, K. (1999): Using AMMI, factorial regression and partial least squares regression models for interpreting genotype x environment interaction. *Crop Science*, 39: 955-967.



- Vargas, M., Crossa, J., Sayre, K., Reynolds, M., Ramirez, M.E., Talbot, M. (1998): Interpreting treatment x environment interaction in wheat using partial least squares regression. *Crop Science*, 38: 679-689.
- Vasques, J.F., Sanchez-Monge, E. (1989): Genetic analysis of plant height and internode length in a diallel cross of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal Genetics and Breeding*, 43: 231-236.
- Voltas, J., Lopez-Corcoles, H., Borrás, G. (2005): Use of biplot analysis and factorial regression for the investigation of superior genotypes in multi-environment trials. *European Journal of Agronomy* 22 (3): 309-324.
- Voltas, J., van Eeuwijk, F.A., Araus, J.L., Romagosa, I. (1999a): Integrating statistical and ecophysiological analysis of genotype by environment interaction for grain filling of barley in Mediterranean areas II. Grain growth. *Field Crop Res.*, 62: 75-84.
- Voltas, J., van Eeuwijk, F.A., Sombrero, A., Lafarga, A., Igartua, E., Romagosa, I. (1999b): Integrating statistical and ecophysiological analysis of genotype by environment interaction for grain filling of barley in Mediterranean areas I. Individual grain weight. *Field Crop Res.*, 62: 63-74.
- Voltas, J., van Eeuwijk, F.A., Igartua, E., Garcia del Moral, L.F., Molina-Cano, J.L., Romagosa, I. (2002): Genotype by environment interaction and adaptation in barley breeding: basic concepts and methods of analysis, pp. 205-241. In Slafer, G.A., Molina-Cano, J.L., Savin, R., Araus, J.L. and Romagosa, I. (eds.). *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality*. Haworth Press, Binghamton, NY.
- von Bothmer, R., Jacobsen, N., Baden, C., Jørgensen, R.B., Linde-Laursen, I. (eds.). (1995): *An Ecogeographical Study of the Genus Hordeum. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools*, 2nd ed. IPGR Institute, Rome.
- Zorić, M. (2008): Analiza interakcije genotipa i spoljašnje sredine u oplemenjivanju kukuruza primenom multivarijacionih metoda. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Beogradu.

- Wardlaw, I.F., Monocur, I. (1995): The response of wheat to high temperature following anthesis. The rate duration of kernel filling. *Australian Journal of Plant Physiology*, 22: 391-397.
- Wiegand, C.L. (1981): Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.*, 21: 95-101.
- Wollenweber, B., Porter, J.R., Lubberstedt, T. (2005): Need for multidisciplinary research towards a second green revolution-commentary. *Curr. Opin. Plant. Biol.*, 8: 469-477.
- Wricke, G. (1962): Über eine methode zur der ökologishen streubreite in feldversuchen. *Z. Pflanzenzüchtg*, 47: 92-96.
- Yan, W., Hunt, L.A. (2003): Biplot analysis of multienvironment trial data. p. 289-303. In: Kang, M.S. (ed) "Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding", CAB International, Walingford, Oxon, UK.
- Yan, W., Hunt, L.A. (1998): Genotype by environment interaction and crop yield. *Plant Breeding Reviews*, 16: 135-178.
- Yan, W., Rajcan, I. (2003): Prediction of cultivar performance based on single-versus multiple-year tests in soybean. *Crop Science*, 43: 549-555.
- Yan, W., Tinker, N. A. (2005): An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype  $\times$  environment interaction. *Crop Science*, 45: 1004-1016.
- Yan, W., Wallace, D.H. (1995): Breeding for negatively associated traits. *Plant Breed. Rev.*, 13: 141-177.
- 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.
- Yap, L.T.C., Harvey, B.L. (1972): Inheritance of yield components and morpho-physiological traits in barley. *Crop Science*, 12: 283-286.
- Zale, J.M., Clancy, J.A., Jones, B.L., Hayes, P.M., Ullrich, S.E. (2000): Summary of barley malting quality QTLs mapped in various populations. *Barley Genet. News.*, 30: 44-54.
- Zobel, R.W., Wright, M.J., Gauch, H.G. (1988): Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.*, 80: 388-393.

## 10. PRILOZI

Prilog 1. Srednje vrednosti za visinu stabla (cm) genotipova dvoredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Jagod	83.9	84.2	80.0	<b>82.7</b>	71.2	69.5	80.2	<b>73.6</b>	77.5	76.9	80.1
2	Maksa	70.9	77.9	78.0	<b>75.6</b>	72.1	70.5	75.6	<b>72.7</b>	71.5	74.2	76.8
3	Rekord	75.1	75.6	71.7	<b>74.1</b>	69.6	65.4	70.0	<b>68.3</b>	72.3	70.5	70.8
4	NS-587	71.5	77.3	73.5	<b>74.1</b>	75.9	69.9	71.1	<b>72.3</b>	73.7	73.6	73.3
5	NS-293	86.4	90.2	88.6	<b>88.4</b>	72.8	80.1	89.2	<b>80.7</b>	79.6	85.2	88.9
6	NS-595	74.2	78.3	76.0	<b>76.2</b>	70.4	70.0	75.1	<b>71.8</b>	72.3	74.2	75.6
7	NS-519	70.7	77.8	79.9	<b>76.1</b>	61.2	72.1	71.7	<b>68.3</b>	66.0	74.9	75.8
8	NS-565	72.4	81.2	75.8	<b>76.5</b>	60.4	70.2	67.9	<b>66.2</b>	66.4	75.7	71.8
9	NS-183	81.7	77.3	79.6	<b>79.6</b>	65.0	74.2	82.0	<b>73.7</b>	73.3	75.8	80.8
10	NS-525	70.4	77.5	80.5	<b>76.1</b>	61.2	68.5	75.0	<b>68.2</b>	65.8	73.0	77.8
11	NS-589	71.6	82.5	81.0	<b>78.4</b>	63.7	70.8	74.5	<b>69.7</b>	67.7	76.6	77.7
12	NS-593	72.2	77.3	75.0	<b>74.8</b>	63.1	66.6	72.0	<b>67.2</b>	67.6	72.0	73.5
13	J-110	69.8	77.6	75.3	<b>74.3</b>	60.6	68.7	71.0	<b>66.8</b>	65.2	73.1	73.2
14	J-90	75.0	73.0	75.1	<b>74.4</b>	65.4	69.8	74.2	<b>69.8</b>	70.2	71.4	74.7
15	J-96	75.2	80.2	83.4	<b>79.6</b>	65.1	76.8	80.7	<b>74.2</b>	70.1	78.5	82.0
16	J-82	76.8	82.3	81.1	<b>80.1</b>	64.8	72.2	79.2	<b>72.1</b>	70.8	77.2	80.2
17	J-103	73.0	80.6	76.1	<b>76.6</b>	60.0	72.5	72.4	<b>68.3</b>	66.5	76.5	74.2
18	J-176	87.0	92.0	80.7	<b>86.4</b>	68.1	78.1	86.1	<b>77.4</b>	77.5	85.0	83.4
19	J-81	68.0	70.6	69.3	<b>69.3</b>	56.5	68.2	68.2	<b>64.3</b>	62.2	69.3	68.7
20	J-104	72.2	75.5	76.8	<b>74.8</b>	54.9	73.5	78.0	<b>68.8</b>	63.5	74.5	77.4
	Prosek	74.9	79.5	77.9	<b>77.4</b>	65.1	71.4	75.7	<b>70.7</b>	70.0	75.4	76.8

Prilog 2. Srednje vrednosti za visinu stabla (cm) genotipova višeredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Grand	78.6	83.4	82.2	<b>81.4</b>	70.00	81.2	80.4	<b>77.2</b>	74.3	82.3	81.3
2	NS-313	82.3	93.4	84.7	<b>86.8</b>	76.6	83.2	74.2	<b>78.0</b>	79.5	88.3	79.5
3	Ozren	77.3	90.3	84.4	<b>84.0</b>	66.7	73.2	70.5	<b>70.1</b>	72.0	81.8	77.5
4	Sombor	72.3	82.8	80.4	<b>78.5</b>	70.3	76.1	70.9	<b>72.4</b>	71.3	79.5	75.7
5	Sremac	75.9	87.6	76.2	<b>79.9</b>	67.1	73.7	72.6	<b>71.1</b>	71.5	80.7	74.4
6	Atlas	80.3	88.0	87.2	<b>85.2</b>	67.7	74.0	73.8	<b>71.8</b>	74.0	81.0	80.5
7	Leotar	70.4	79.8	72.8	<b>74.3</b>	62.6	68.4	69.2	<b>66.7</b>	66.5	74.1	71.0
8	NS-773	78.8	87.9	79.0	<b>81.9</b>	65.1	72.2	73.9	<b>70.4</b>	72.0	80.1	76.5
9	Nonius	79.3	90.2	88.5	<b>86.0</b>	63.6	70.5	69.6	<b>67.9</b>	71.5	80.4	79.1
10	NS-737	96.9	95.9	93.6	<b>95.5</b>	69.9	81.3	83.4	<b>78.2</b>	83.4	88.6	88.5
11	Javor	87.7	91.2	93.2	<b>90.7</b>	74.4	78.4	80.5	<b>77.8</b>	81.1	84.8	86.9
12	J-26	68.4	80.0	79.0	<b>75.8</b>	67.6	66.4	64.5	<b>66.2</b>	68.0	73.2	71.8
13	J-32	88.2	89.1	97.1	<b>91.5</b>	70.8	81.7	78.8	<b>77.1</b>	79.5	85.4	88.0
14	J-24	76.6	88.7	83.4	<b>82.9</b>	67.5	73.9	73.8	<b>71.7</b>	72.1	81.3	78.6
15	J-9	75.1	91.7	84.7	<b>83.8</b>	66.8	74.9	71.5	<b>71.1</b>	71.0	83.3	78.1
16	J-33	73.8	81.5	83.0	<b>79.4</b>	66.7	75.6	74.3	<b>72.2</b>	70.3	78.6	78.7
17	J-27	65.5	80.5	75.6	<b>73.9</b>	59.9	65.3	68.6	<b>64.6</b>	62.7	72.9	72.1
18	J-29	69.1	83.3	85.6	<b>79.3</b>	61.3	75.7	73.3	<b>70.1</b>	65.2	79.5	79.5
19	J-16	79.5	93.1	92.5	<b>88.4</b>	71.9	84.2	81.3	<b>79.1</b>	75.7	88.7	86.9
20	J-21	71.1	86.6	78.9	<b>78.9</b>	62.9	74.7	68.9	<b>68.8</b>	67.0	80.7	73.9
	Prosek	77.4	87.3	84.1	<b>82.9</b>	67.5	75.2	73.7	<b>72.1</b>	72.4	81.2	78.9

Prilog 3. T-test značajnosti razlika između genotipova dvoredog i višeredog ječma

Osobine	Dvoredi	Višeredi	d.f.	t	P
Visina stabla (cm)	74.1	77.5	38	-2.44	0.019
Dužina klasa (cm)	8.25	5.89	38	10	0.000
Broj zrna po klasu	22.9	40.2	38	-19.3	0.000
Masa 1000 zrna (g)	50.3	46.1	38	5.54	0.000
Hektolitarska masa (kg/hl)	70.4	67.6	38	10.1	0.000
Prinos zrna (t/ha)	5.74	5.18	38	6.32	0.000

$P < 0.01$  – visoko značajno

Prilog 4. Vrednosti Akaike-ovog informacionog kriterijuma (AIC) za model sa homogenim i heterogenim varijansama sredina

Osobina	2x		6x	
	HOM	HET	HOM	HET
PRZ	-210.4	-211.4	-236.9	§
MHZ	1160.5	1154.9	1203.3	1212.0
HM	1195.9	1190.9	1945.9	1501.7
VIS	1922.6	1922.4	1753.0	1755.1
DUK	-489.6	-527.9	-583.6	-576.9
BZK	831.5	835.3	1391.8	1398.8

§ model nije konvergirao

Prilog 5. Srednje vrednosti za dužinu klasa (cm) genotipova dvoredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Jagod	7.95	8.53	7.67	<b>8.05</b>	7.49	6.75	8.16	<b>7.47</b>	7.72	7.64	7.91
2	Maksa	7.54	8.78	8.33	<b>8.22</b>	7.59	7.62	8.38	<b>7.86</b>	7.56	8.20	8.35
3	Rekord	7.88	9.12	8.13	<b>8.38</b>	7.63	7.72	8.53	<b>7.96</b>	7.75	8.42	8.33
4	NS-587	8.36	9.29	8.70	<b>8.78</b>	7.93	8.78	8.65	<b>8.45</b>	8.14	9.03	8.67
5	NS-293	8.05	8.40	8.22	<b>8.22</b>	7.90	8.45	8.44	<b>8.26</b>	7.97	8.42	8.33
6	NS-595	8.56	8.44	8.44	<b>8.48</b>	7.99	8.49	8.68	<b>8.39</b>	8.27	8.46	8.56
7	NS-519	8.08	9.28	8.08	<b>8.48</b>	7.11	7.85	8.31	<b>7.76</b>	7.59	8.56	8.19
8	NS-565	8.16	8.85	8.70	<b>8.57</b>	7.68	8.51	7.56	<b>7.92</b>	7.92	8.68	8.13
9	NS-183	7.39	8.21	7.50	<b>7.70</b>	7.48	6.97	8.64	<b>7.70</b>	7.43	7.59	8.07
10	NS-525	8.09	8.90	8.20	<b>8.40</b>	7.22	7.35	8.12	<b>7.56</b>	7.65	8.12	8.16
11	NS-589	8.44	8.64	8.92	<b>8.67</b>	8.00	7.96	8.99	<b>8.32</b>	8.22	8.30	8.95
12	NS-593	8.50	9.06	9.34	<b>8.97</b>	7.60	8.51	8.40	<b>8.17</b>	8.05	8.78	8.87
13	J-110	8.58	9.05	8.77	<b>8.80</b>	7.87	8.06	8.52	<b>8.15</b>	8.22	8.55	8.64
14	J-90	7.60	8.14	7.26	<b>7.67</b>	7.44	7.17	7.78	<b>7.46</b>	7.52	7.65	7.52
15	J-96	8.13	8.34	7.82	<b>8.10</b>	7.05	8.02	8.02	<b>7.70</b>	7.59	8.18	7.92
16	J-82	7.65	8.74	8.07	<b>8.15</b>	7.79	8.46	8.50	<b>8.25</b>	7.72	8.60	8.28
17	J-103	8.25	9.13	8.50	<b>8.63</b>	7.46	8.69	8.78	<b>8.31</b>	7.85	8.91	8.64
18	J-176	8.46	10.38	9.12	<b>9.32</b>	9.08	8.87	10.18	<b>9.38</b>	8.77	9.62	9.65
19	J-81	8.42	9.28	8.20	<b>8.63</b>	7.75	8.70	8.90	<b>8.45</b>	8.08	8.99	8.55
20	J-104	7.87	8.90	8.37	<b>8.38</b>	6.79	8.42	8.47	<b>7.89</b>	7.33	8.66	8.42
	Prosek	8.10	8.87	8.32	<b>8.43</b>	7.64	8.07	8.50	<b>8.07</b>	7.87	8.47	8.41

Prilog 6. Srednje vrednosti za dužinu klasa (cm) genotipova višeredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za
1	Grand	7.86	7.11	6.94	<b>7.31</b>	7.24	7.16	7.01	<b>7.14</b>	7.55	7.13	6.97
2	NS-313	5.21	4.57	4.71	<b>4.83</b>	4.95	4.72	4.56	<b>4.74</b>	5.08	4.64	4.63
3	Ozren	8.85	7.21	7.67	<b>7.91</b>	6.57	6.80	6.20	<b>6.52</b>	7.71	7.00	6.93
4	Sombor	5.54	4.93	4.45	<b>4.97</b>	5.03	4.61	4.53	<b>4.73</b>	5.29	4.77	4.49
5	Sremac	4.75	4.61	4.64	<b>4.67</b>	4.59	4.51	4.19	<b>4.43</b>	4.67	4.56	4.41
6	Atlas	7.25	7.12	7.16	<b>7.18</b>	6.38	6.11	5.94	<b>6.14</b>	6.81	6.61	6.55
7	Leotar	4.95	4.79	5.18	<b>4.97</b>	4.83	4.35	4.62	<b>4.60</b>	4.89	4.57	4.90
8	Ns-773	5.39	5.05	4.61	<b>5.02</b>	4.92	4.60	4.71	<b>4.74</b>	5.15	4.82	4.66
9	Nonius	5.53	4.86	4.67	<b>5.02</b>	5.13	5.01	4.79	<b>4.98</b>	5.33	4.93	4.73
10	NS-737	7.07	7.42	6.84	<b>7.11</b>	6.37	6.41	6.23	<b>6.34</b>	6.72	6.91	6.53
11	Javor	7.25	7.32	6.95	<b>7.17</b>	6.54	6.62	6.32	<b>6.49</b>	6.89	6.97	6.63
12	J-26	5.38	5.16	4.90	<b>5.15</b>	4.97	4.62	4.96	<b>4.85</b>	5.17	4.89	4.93
13	J-32	7.08	6.62	6.26	<b>6.65</b>	5.88	6.60	6.90	<b>6.46</b>	6.48	6.61	6.58
14	J-24	5.46	5.44	4.74	<b>5.21</b>	4.74	4.87	4.63	<b>4.75</b>	5.10	5.15	4.68
15	J-9	7.05	5.96	6.78	<b>6.60</b>	6.27	6.47	6.07	<b>6.27</b>	6.67	6.21	6.42
16	J-33	6.78	6.50	6.82	<b>6.70</b>	6.56	6.02	6.16	<b>6.25</b>	6.67	6.26	6.49
17	J-27	5.32	5.05	5.11	<b>5.16</b>	5.08	4.95	4.69	<b>4.91</b>	5.20	5.00	4.90
18	J-29	6.52	6.62	6.57	<b>6.57</b>	5.99	5.98	6.06	<b>6.01</b>	6.25	6.30	6.31
19	J-16	7.05	7.23	7.18	<b>7.15</b>	6.37	6.43	6.02	<b>6.27</b>	6.71	6.83	6.60
20	J-21	7.25	6.84	7.04	<b>7.04</b>	6.64	7.06	6.33	<b>6.68</b>	6.94	6.95	6.68
Prosek		6.38	6.02	5.96	<b>6.12</b>	5.75	5.69	5.55	<b>5.66</b>	6.06	5.86	5.75

Prilog 7. Srednje vrednosti za broj zrna po klasu genotipova dvoredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za
1	Jagod	24.3	24.6	23.8	<b>24.2</b>	21.0	20.5	23.1	<b>21.5</b>	22.7	22.6	23.5
2	Maksa	22.0	24.9	22.5	<b>23.1</b>	21.1	22.5	22.1	<b>21.9</b>	21.6	23.7	22.3
3	Rekord	22.2	24.9	23.0	<b>23.4</b>	21.5	23.9	22.6	<b>22.7</b>	21.8	24.4	22.8
4	NS-587	23.5	24.9	22.4	<b>23.6</b>	21.4	23.4	22.2	<b>22.4</b>	22.4	24.2	22.3
5	NS-293	23.6	24.0	22.6	<b>23.4</b>	22.5	25.9	22.9	<b>23.8</b>	23.1	25.0	22.7
6	NS-595	25.5	24.9	24.6	<b>25.0</b>	23.2	25.8	23.7	<b>24.2</b>	24.4	25.4	24.2
7	NS-519	23.9	25.8	23.1	<b>24.3</b>	19.8	22.6	22.5	<b>21.6</b>	21.9	24.2	22.8
8	NS-565	23.6	25.0	22.4	<b>23.7</b>	21.5	23.8	17.7	<b>21.0</b>	22.6	24.4	20.1
9	NS-183	22.2	22.4	20.9	<b>21.8</b>	20.8	20.1	23.0	<b>21.3</b>	21.5	21.3	22.0
10	NS-525	22.7	24.2	22.2	<b>23.0</b>	20.3	22.4	22.3	<b>21.7</b>	21.5	23.3	22.3
11	NS-589	23.1	25.4	23.0	<b>23.8</b>	21.4	23.6	22.7	<b>22.6</b>	22.3	24.5	22.8
12	NS-593	26.8	27.2	27.1	<b>27.0</b>	22.8	26.0	24.2	<b>24.3</b>	24.8	26.6	25.7
13	J-110	23.4	24.9	22.5	<b>23.6</b>	20.5	21.6	20.4	<b>20.8</b>	22.0	23.2	21.5
14	J-90	21.2	23.2	20.9	<b>21.8</b>	18.4	21.3	22.1	<b>20.6</b>	19.8	22.3	21.5
15	J-96	21.4	22.2	20.0	<b>21.2</b>	18.4	22.3	21.0	<b>20.6</b>	19.9	22.3	20.5
16	J-82	20.4	23.4	20.7	<b>21.5</b>	20.8	23.6	21.9	<b>22.1</b>	20.6	23.5	21.3
17	J-103	24.6	25.2	23.7	<b>24.5</b>	20.3	24.7	23.3	<b>22.8</b>	22.5	25.0	23.5
18	J-176	25.3	28.1	24.4	<b>25.9</b>	25.0	27.1	26.7	<b>26.3</b>	25.2	27.6	25.6
19	J-81	25.3	24.6	21.3	<b>23.1</b>	20.6	24.0	23.2	<b>22.6</b>	22.0	24.3	22.3
20	J-104	22.8	25.4	22.6	<b>23.6</b>	18.5	23.8	22.5	<b>21.6</b>	20.7	24.6	22.6
	Prosek	23.3	24.8	22.7	<b>23.6</b>	21.0	23.5	22.5	<b>22.3</b>	22.2	24.1	23.0



Prilog 8. Srednje vrednosti za broj zrna po klasu genotipova višeredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Grand	52.8	48.3	47.1	<b>49.4</b>	45.8	50.5	38.4	<b>44.9</b>	49.3	49.4	42.8
2	NS-313	45.0	35.0	38.7	<b>39.6</b>	39.4	39.3	29.6	<b>36.1</b>	42.2	37.2	34.2
3	Ozren	54.4	51.6	47.6	<b>51.2</b>	47.2	55.0	37.5	<b>46.6</b>	50.8	53.3	42.6
4	Sombor	49.2	38.6	32.5	<b>40.1</b>	38.4	38.8	23.4	<b>33.5</b>	43.8	38.7	28.0
5	Sremac	43.8	34.9	32.6	<b>37.1</b>	38.2	40.9	28.1	<b>35.7</b>	41.0	37.9	30.4
6	Atlas	56.4	51.5	47.9	<b>51.9</b>	44.4	48.0	32.1	<b>41.5</b>	50.4	49.8	40.0
7	Leotar	41.8	31.8	36.0	<b>36.5</b>	36.9	35.4	28.4	<b>33.6</b>	39.4	33.6	32.2
8	NS-773	47.5	37.9	37.4	<b>40.9</b>	41.2	42.4	33.9	<b>39.2</b>	44.4	40.2	35.7
9	Nonius	48.9	41.8	35.8	<b>42.2</b>	41.3	43.6	26.1	<b>37.0</b>	45.1	42.7	31.0
10	NS-737	49.5	49.7	39.0	<b>46.1</b>	39.8	44.2	29.6	<b>37.9</b>	44.7	47.0	34.3
11	Javor	48.0	44.9	41.2	<b>44.7</b>	41.7	47.1	28.0	<b>38.9</b>	44.9	46.0	34.6
12	J-26	43.2	39.8	37.9	<b>40.3</b>	37.7	41.8	28.8	<b>36.1</b>	40.5	40.8	33.4
13	J-32	46.0	40.6	35.3	<b>40.6</b>	35.4	44.4	37.5	<b>39.1</b>	40.7	42.5	36.4
14	J-24	48.3	42.1	38.2	<b>42.9</b>	36.6	42.3	33.8	<b>37.6</b>	42.5	42.2	36.0
15	J-9	43.6	38.7	40.5	<b>40.9</b>	39.4	46.0	28.6	<b>38.0</b>	41.5	42.4	34.6
16	J-33	44.0	39.0	39.2	<b>40.7</b>	42.4	42.1	29.2	<b>37.9</b>	43.2	40.6	34.2
17	J-27	41.2	35.8	35.6	<b>37.5</b>	38.9	42.2	24.6	<b>35.2</b>	40.1	39.0	30.1
18	J-29	41.5	41.1	35.1	<b>39.2</b>	37.0	41.3	24.1	<b>34.1</b>	39.3	41.2	29.6
19	J-16	52.4	44.7	41.3	<b>46.1</b>	41.1	49.2	30.6	<b>40.3</b>	46.8	47.0	36.0
20	J-21	47.1	41.6	35.4	<b>41.4</b>	40.9	45.1	25.2	<b>37.1</b>	44.0	43.4	30.3
	Prosek	47.2	41.5	38.7	<b>42.5</b>	40.2	44.0	29.9	<b>38.0</b>	43.7	42.7	34.3

Prilog 9. Srednje vrednosti za masu 1000 zrna (g) genotipova dvoredog ječma

	Genotip	2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za
1	Jagod	45.0	49.1	47.3	<b>47.1</b>	40.2	41.4	44.7	<b>42.1</b>	42.6	45.3	46.0
2	Maksa	50.8	51.8	51.8	<b>51.4</b>	44.9	43.5	50.1	<b>46.1</b>	47.8	47.6	50.9
3	Rekord	51.3	52.3	50.5	<b>51.4</b>	45.8	47.0	51.1	<b>48.0</b>	48.5	49.7	50.8
4	NS-587	54.4	54.2	54.5	<b>54.3</b>	46.7	47.2	52.6	<b>48.8</b>	50.5	50.7	53.5
5	NS-293	53.3	56.5	52.1	<b>54.0</b>	48.8	47.0	51.2	<b>49.0</b>	51.1	51.8	51.6
6	NS-595	51.9	53.1	53.6	<b>52.9</b>	45.5	45.2	49.2	<b>46.6</b>	48.7	49.1	51.4
7	NS-519	51.6	54.6	51.9	<b>52.7</b>	46.1	42.9	50.5	<b>46.5</b>	48.8	48.8	51.2
8	NS-565	54.4	55.6	55.8	<b>55.2</b>	48.9	47.0	49.3	<b>48.4</b>	51.6	51.3	52.5
9	NS-183	49.2	52.5	51.7	<b>51.1</b>	48.5	44.3	49.7	<b>47.5</b>	48.8	48.4	50.7
10	NS-525	49.3	55.9	53.6	<b>52.9</b>	49.7	44.0	50.1	<b>48.0</b>	49.5	49.9	51.9
11	NS-589	53.2	55.4	53.5	<b>54.0</b>	46.9	44.3	52.2	<b>47.8</b>	50.0	49.8	52.8
12	NS-593	48.5	50.0	48.3	<b>48.9</b>	44.3	41.1	47.1	<b>44.2</b>	46.4	45.5	47.7
13	J-110	52.9	56.7	53.2	<b>54.3</b>	45.0	46.9	50.6	<b>47.5</b>	49.0	51.8	51.9
14	J-90	52.5	55.8	53.5	<b>53.9</b>	48.8	47.6	50.8	<b>49.1</b>	50.6	51.7	52.1
15	J-96	52.5	54.4	55.6	<b>54.1</b>	47.4	47.0	51.9	<b>48.7</b>	50.0	50.7	53.7
16	J-82	54.2	55.6	53.3	<b>54.4</b>	50.2	50.2	54.6	<b>51.6</b>	52.2	52.9	53.9
17	J-103	55.9	56.8	53.3	<b>55.3</b>	52.2	50.6	53.2	<b>52.0</b>	54.0	53.7	53.3
18	J-176	52.5	56.1	52.3	<b>53.6</b>	47.8	46.1	51.0	<b>48.3</b>	50.1	51.1	51.7
19	J-81	53.4	55.0	54.5	<b>54.3</b>	46.0	48.7	50.7	<b>48.5</b>	49.7	51.9	52.6
20	J-104	53.2	54.0	53.3	<b>53.5</b>	42.5	40.1	51.2	<b>44.6</b>	47.8	47.0	52.2
Prosek		52.0	54.3	52.7	<b>53.0</b>	46.8	45.6	50.6	<b>47.6</b>	49.4	49.9	51.6

Prilog 10. Srednje vrednosti za masu 1000 zrna (g) genotipova višeredog ječma

		2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za
1	Grand	38.5	40.0	39.9	<b>39.5</b>	37.6	36.9	39.1	<b>37.8</b>	38.0	38.4	39.5
2	NS-313	50.8	53.2	52.2	<b>52.1</b>	48.8	43.1	47.0	<b>46.3</b>	49.8	48.1	49.6
3	Ozren	41.3	45.9	43.9	<b>43.7</b>	41.3	38.2	42.9	<b>40.8</b>	41.3	42.0	43.4
4	Sombor	49.1	49.0	51.3	<b>49.8</b>	47.1	42.4	46.0	<b>45.2</b>	48.1	45.7	48.7
5	Sremac	48.5	47.7	49.3	<b>48.5</b>	46.9	39.9	46.5	<b>44.4</b>	47.7	43.8	47.9
6	Atlas	41.5	45.1	43.4	<b>43.3</b>	41.4	37.0	41.3	<b>39.9</b>	41.5	41.0	42.4
7	Leotar	51.4	48.0	48.9	<b>49.4</b>	47.3	42.0	50.4	<b>46.5</b>	49.3	45.0	49.7
8	NS-773	50.2	49.6	48.9	<b>49.6</b>	46.3	40.1	46.9	<b>44.4</b>	48.2	44.8	47.9
9	Nonius	51.1	52.8	48.3	<b>50.8</b>	46.3	39.7	48.1	<b>44.7</b>	48.7	46.2	48.2
10	Ns-737	48.3	54.3	52.0	<b>51.5</b>	48.1	42.7	43.8	<b>44.9</b>	48.2	48.5	47.9
11	Javor	50.3	52.7	51.8	<b>51.6</b>	42.1	41.8	47.5	<b>43.8</b>	46.2	47.2	49.6
12	J-26	45.5	49.5	46.7	<b>47.2</b>	42.4	38.9	42.8	<b>41.3</b>	43.9	44.2	44.8
13	J-32	45.3	47.7	47.7	<b>46.9</b>	44.2	39.1	48.0	<b>43.8</b>	44.8	43.4	47.9
14	J-24	50.8	50.5	52.3	<b>51.2</b>	43.0	42.5	46.9	<b>44.1</b>	46.9	46.5	49.6
15	J-9	46.1	49.4	48.5	<b>48.0</b>	41.5	39.0	46.1	<b>42.2</b>	43.8	44.2	47.3
16	J-33	46.9	49.1	49.4	<b>48.5</b>	42.8	38.6	45.2	<b>42.2</b>	44.8	43.9	47.3
17	J-27	51.3	54.9	53.7	<b>53.3</b>	43.9	40.5	49.2	<b>44.5</b>	47.6	47.7	51.5
18	J-29	46.3	51.5	52.3	<b>50.0</b>	41.3	38.0	50.6	<b>43.3</b>	43.8	44.7	51.4
19	J-16	46.0	52.7	48.5	<b>49.1</b>	40.3	37.8	48.6	<b>42.2</b>	43.2	45.2	48.6
20	J-21	49.3	53.8	52.9	<b>52.0</b>	43.2	42.2	50.7	<b>45.4</b>	46.3	48.0	51.8
Prosek		47.4	49.9	49.1	<b>48.8</b>	43.8	40.0	46.4	<b>43.4</b>	45.6	44.9	47.7

Prilog 11. Srednje vrednosti za hektolitarsku masu (kg/hl) genotipova dvoredog ječma

		2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Jagod	69.0	70.7	75.2	<b>71.6</b>	69.9	67.1	75.2	<b>70.7</b>	69.4	68.9	75.2
2	Maksa	68.9	73.6	74.5	<b>72.3</b>	70.0	66.0	74.1	<b>70.0</b>	69.4	69.8	74.3
3	Rekord	68.8	74.8	77.0	<b>73.5</b>	70.0	66.2	75.5	<b>70.6</b>	69.4	70.5	76.2
4	NS-587	68.3	72.1	74.7	<b>71.7</b>	68.0	66.9	72.7	<b>69.2</b>	68.1	69.5	73.7
5	NS-293	71.3	74.6	75.5	<b>73.8</b>	67.9	65.8	74.4	<b>69.4</b>	69.6	70.2	74.9
6	NS-595	69.0	73.6	74.7	<b>72.4</b>	68.3	64.5	71.6	<b>68.1</b>	68.7	69.1	73.1
7	NS-519	69.0	73.0	74.4	<b>72.1</b>	67.2	62.0	72.9	<b>67.4</b>	68.1	67.5	73.6
8	NS-565	68.4	72.1	77.6	<b>72.7</b>	66.4	65.8	69.5	<b>67.2</b>	67.4	68.9	73.6
9	NS-183	70.2	74.3	75.7	<b>73.4</b>	68.5	65.5	72.7	<b>68.9</b>	69.4	69.9	74.2
10	NS-525	68.5	72.1	74.7	<b>71.8</b>	67.7	62.8	73.5	<b>68.0</b>	68.1	67.4	74.1
11	NS-589	69.3	73.8	75.1	<b>72.7</b>	68.3	63.2	73.0	<b>68.2</b>	68.8	68.5	74.0
12	NS-593	70.7	76.1	74.4	<b>73.7</b>	66.7	64.3	73.4	<b>68.1</b>	68.7	70.2	73.9
13	J-110	69.5	73.2	73.6	<b>72.1</b>	68.1	63.5	70.8	<b>67.5</b>	68.8	68.3	72.2
14	J-90	69.2	72.3	74.4	<b>72.0</b>	64.7	64.0	72.5	<b>67.0</b>	66.9	68.2	73.4
15	J-96	70.9	71.1	73.6	<b>71.9</b>	66.4	64.8	72.8	<b>68.0</b>	68.7	67.9	73.2
16	J-82	71.7	73.6	73.6	<b>73.0</b>	66.4	65.3	72.6	<b>68.1</b>	69.0	69.4	73.1
17	J-103	68.4	74.0	72.7	<b>71.7</b>	67.7	61.8	73.3	<b>67.6</b>	68.1	67.9	73.0
18	J-176	70.4	74.0	74.0	<b>72.8</b>	68.7	63.9	72.3	<b>68.3</b>	69.6	68.9	73.2
19	J-81	68.2	71.9	72.3	<b>70.8</b>	66.4	62.7	72.9	<b>67.3</b>	67.3	67.3	72.6
20	J-104	70.0	73.2	74.9	<b>72.7</b>	64.4	63.1	73.1	<b>66.9</b>	67.2	68.1	74.0
	Prosek	69.5	73.2	74.6	<b>72.4</b>	67.6	64.5	72.9	<b>68.3</b>	68.5	68.8	73.8

Prilog 12. Srednje vrednosti za hektolitarsku masu (kg/hl) genotipova višeredog ječma

		2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Grand	66.7	69.4	71.1	<b>69.0</b>	65.2	61.9	69.0	<b>65.3</b>	65.9	65.6	70.0
2	NS-313	66.0	68.2	69.8	<b>68.0</b>	65.2	62.9	69.7	<b>65.9</b>	65.6	65.5	69.7
3	Ozren	67.5	72.0	74.9	<b>71.4</b>	65.2	63.7	69.1	<b>66.0</b>	66.3	67.8	72.0
4	Sombor	66.8	72.2	73.5	<b>70.8</b>	66.9	65.9	66.6	<b>66.5</b>	66.9	69.1	70.0
5	Sremac	65.5	69.6	70.4	<b>68.5</b>	64.7	64.4	65.2	<b>64.8</b>	65.1	67.0	67.8
6	Atlas	67.0	71.1	73.6	<b>70.6</b>	65.4	60.6	65.9	<b>64.0</b>	66.2	65.8	69.8
7	Leotar	64.0	67.7	68.8	<b>66.8</b>	62.2	62.5	67.4	<b>64.1</b>	63.1	65.1	68.1
8	NS-773	63.7	67.4	70.9	<b>67.4</b>	63.6	60.9	67.4	<b>64.0</b>	63.7	64.2	69.1
9	Nonius	66.1	71.7	73.9	<b>70.6</b>	66.9	61.1	67.5	<b>65.2</b>	66.5	66.4	70.7
10	NS-737	67.2	72.7	71.9	<b>70.6</b>	67.2	61.3	67.8	<b>65.4</b>	67.2	67.0	69.8
11	Javor	69.2	71.7	72.5	<b>71.2</b>	65.5	65.0	67.6	<b>66.1</b>	67.4	68.4	70.1
12	J-26	68.7	70.4	72.7	<b>70.6</b>	66.0	66.7	65.1	<b>65.9</b>	67.3	68.5	68.9
13	J-32	68.7	70.2	73.0	<b>70.6</b>	64.3	64.8	67.4	<b>65.5</b>	66.5	67.5	70.2
14	J-24	67.4	68.6	71.1	<b>69.0</b>	65.2	64.7	67.8	<b>65.7</b>	66.3	66.4	69.4
15	J-9	67.1	70.3	72.7	<b>70.0</b>	65.8	62.2	66.5	<b>64.8</b>	66.4	66.2	69.6
16	J-33	67.9	70.0	73.0	<b>70.3</b>	65.9	64.6	66.3	<b>65.6</b>	66.9	67.3	69.6
17	J-27	67.5	71.3	69.4	<b>69.4</b>	65.5	64.9	70.9	<b>67.1</b>	66.5	68.1	70.1
18	J-29	69.0	71.3	71.1	<b>70.4</b>	62.1	63.1	71.5	<b>65.5</b>	65.5	67.2	71.3
19	J-16	68.1	71.5	69.8	<b>69.8</b>	68.8	63.1	73.1	<b>68.3</b>	68.5	67.3	71.4
20	J-21	66.1	68.3	69.4	<b>67.9</b>	64.4	62.8	71.1	<b>66.1</b>	65.2	65.5	70.2
Prosek		67.0	70.3	71.7	<b>69.6</b>	65.3	63.3	68.1	<b>65.6</b>	66.2	66.8	69.9

Prilog 13. Srednje vrednosti za prinos zrna (t/ha) genotipova dvoredog ječma

		2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za	<b>x</b>	Kg	Zp	Za
1	Jagod	4.69	7.09	6.62	<b>6.13</b>	3.81	4.55	4.12	<b>4.16</b>	4.25	5.82	5.37
2	Maksa	5.07	8.70	6.23	<b>6.67</b>	4.35	4.70	5.04	<b>4.70</b>	4.71	6.70	5.63
3	Rekord	4.67	7.45	6.24	<b>6.12</b>	4.08	4.44	4.82	<b>4.45</b>	4.37	5.94	5.53
4	NS-587	4.94	7.75	6.21	<b>6.30</b>	4.22	4.80	4.73	<b>4.58</b>	4.58	6.27	5.47
5	NS-293	5.14	7.27	6.22	<b>6.21</b>	4.10	4.53	4.61	<b>4.41</b>	4.62	5.90	5.41
6	NS-595	5.83	8.52	6.56	<b>6.97</b>	4.40	5.24	4.83	<b>4.82</b>	5.11	6.88	5.70
7	NS-519	5.12	7.77	7.24	<b>6.71</b>	4.60	5.36	5.08	<b>5.01</b>	4.86	6.56	6.16
8	NS-565	5.69	8.09	6.76	<b>6.85</b>	4.71	6.15	3.93	<b>4.93</b>	5.20	7.12	5.34
9	NS-183	5.31	7.57	7.23	<b>6.70</b>	4.49	5.24	5.30	<b>5.01</b>	4.90	6.40	6.26
10	NS-525	5.59	8.00	7.88	<b>7.16</b>	4.82	6.72	4.63	<b>5.39</b>	5.20	7.36	6.25
11	NS-589	5.67	7.95	7.04	<b>6.89</b>	4.51	5.65	5.06	<b>5.07</b>	5.09	6.80	6.05
12	NS-593	5.28	7.87	7.09	<b>6.75</b>	4.53	6.10	5.33	<b>5.32</b>	4.90	6.98	6.21
13	J-110	6.08	8.21	6.52	<b>6.94</b>	3.80	5.18	4.04	<b>4.34</b>	4.94	6.69	5.28
14	J-90	4.70	8.53	7.17	<b>6.80</b>	3.94	4.77	4.59	<b>4.43</b>	4.32	6.65	5.88
15	J-96	4.69	8.01	7.31	<b>6.67</b>	3.98	5.48	5.23	<b>4.90</b>	4.33	6.74	6.27
16	J-82	5.19	8.66	6.97	<b>6.94</b>	4.51	5.47	4.72	<b>4.90</b>	4.85	7.06	5.84
17	J-103	5.41	8.42	7.03	<b>6.95</b>	4.71	5.20	4.98	<b>4.96</b>	5.06	6.81	6.00
18	J-176	5.48	8.67	6.67	<b>6.94</b>	4.90	5.77	4.67	<b>5.11</b>	5.19	7.22	5.66
19	J-81	5.60	7.89	6.46	<b>6.65</b>	4.20	4.83	4.98	<b>4.67</b>	4.90	6.36	5.72
20	J-104	5.42	8.56	6.64	<b>6.87</b>	3.79	4.43	4.86	<b>4.36</b>	4.60	6.49	5.75
Prosek		5.28	8.05	6.80	<b>6.71</b>	4.32	5.23	4.78	<b>4.78</b>	4.80	6.64	5.79

Prilog 14. Srednje vrednosti za prinos zrna (t/ha) genotipova višeredog ječma

		2008/2009				2009/2010				Prosek		
		Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za	x	Kg	Zp	Za
1	Grand	4.38	7.92	6.66	<b>6.32</b>	4.19	4.11	3.69	<b>4.00</b>	4.28	6.01	5.18
2	NS-313	4.92	7.12	6.01	<b>6.02</b>	4.23	4.89	4.12	<b>4.41</b>	4.57	6.00	5.06
3	Ozren	4.48	7.55	6.85	<b>6.29</b>	3.87	4.33	3.52	<b>3.91</b>	4.17	5.94	5.18
4	Sombor	4.03	7.17	5.56	<b>5.59</b>	3.71	4.39	3.40	<b>3.83</b>	3.87	5.78	4.48
5	Sremac	5.07	6.49	5.95	<b>5.84</b>	3.61	4.32	3.46	<b>3.80</b>	4.34	5.40	4.70
6	Atlas	3.57	7.79	6.58	<b>5.98</b>	4.30	5.33	3.84	<b>4.49</b>	3.93	6.56	5.21
7	Leotar	4.95	6.48	5.35	<b>5.59</b>	4.15	5.51	3.44	<b>4.37</b>	4.55	5.99	4.39
8	NS-773	4.45	7.56	6.06	<b>6.02</b>	4.00	4.50	3.78	<b>4.09</b>	4.22	6.03	4.92
9	Nonius	4.84	7.09	5.92	<b>5.95</b>	3.97	4.26	3.50	<b>3.91</b>	4.40	5.67	4.71
10	NS-737	3.66	7.80	6.19	<b>5.88</b>	3.96	4.91	3.40	<b>4.09</b>	3.81	6.35	4.79
11	Javor	3.84	7.99	6.00	<b>5.94</b>	3.73	4.80	3.52	<b>4.02</b>	3.78	6.39	4.76
12	J-26	4.93	8.66	6.72	<b>6.77</b>	4.19	5.26	3.68	<b>4.38</b>	4.56	6.96	5.20
13	J-32	4.38	7.50	5.75	<b>5.88</b>	3.99	4.45	3.73	<b>4.06</b>	4.18	5.97	4.74
14	J-24	4.82	7.90	6.32	<b>6.35</b>	3.86	4.80	3.55	<b>4.07</b>	4.34	6.35	4.93
15	J-9	4.77	7.63	6.20	<b>6.20</b>	4.37	5.19	3.72	<b>4.43</b>	4.57	6.41	4.96
16	J-33	4.96	7.98	6.90	<b>6.61</b>	4.40	5.87	3.70	<b>4.66</b>	4.68	6.92	5.30
17	J-27	5.35	8.98	6.60	<b>6.98</b>	4.57	5.72	3.75	<b>4.68</b>	4.96	7.35	5.17
18	J-29	4.78	7.89	6.59	<b>6.42</b>	4.22	5.50	3.60	<b>4.44</b>	4.50	6.69	5.09
19	J-16	4.39	8.09	6.43	<b>6.30</b>	4.03	4.69	3.58	<b>4.10</b>	4.21	6.39	5.00
20	J-21	4.39	7.12	7.00	<b>6.29</b>	4.19	4.70	3.84	<b>4.24</b>	4.46	5.91	5.42
Prosek		4.56	7.63	6.28	<b>6.16</b>	4.08	4.88	3.64	<b>4.20</b>	4.32	6.26	4.96

Prilog 15. *T*-test značajnosti razlika između sorti i linija genotipova dvoredog ječma

Osobina	Sorte	Linije	<i>t</i> -vrednost	<i>P</i>
Visina stabla (cm)	74.4	73.6	0.419	0.682
Dužina klasa (cm)	8.20	8.32	-0.6421	0.535
Broj zrna po klasu	23.1	22.7	0.7235	0.484
Masa 1000 zrna (g)	49.5	51.5	-2.4447	0.025*
Hektolitarska masa (kg/hl)	70.8	69.9	3.2844	0.004*
Prinos zrna (t/ha)	5.72	5.78	-0.4863	0.6331

 $P < 0.05$  – značajno

Prilog 16. *T*-test značajnosti razlika između sorti i linija genotipova višeredog ječma

Osobina	Sorte	Linije	<i>t</i> -vrednost	<i>P</i>
Visina stabla (cm)	78.5	76.4	0.942	0.360
Dužina klasa (cm)	5.77	6.04	-0.609	0.550
Broj zrna po klasu	41.1	39.2	1.241	0.235
Masa 1000 zrna (g)	45.8	46.4	-0.481	0.637
Hektolitarska masa (kg/hl)	67.4	67.9	-1.369	0.190
Prinos zrna (t/ha)	5.02	5.38	-3.635	0.003*

$P < 0.05$  –značajno

Prilog 17. *T*-test značajnosti razlika između ranostasnih i kasnostasnih genotipova dvoredog i višeredog ječma

Osobina	Ranostasni	Kasnostasni	<i>t</i> -vrednost	<i>P</i>
Prinos zrna dvoredih (t/ha)	5.85	5.65	0.976	0.367
Prinos zrna višeredih (t/ha)	5.30	5.04	2.0808	0.079

$P < 0.05$  –značajno



## BIOGRAFIJA

Kamenko Bratković je rođen 25.02.1983. godine u Kragujevcu. Osnovnu školu završio je u Badnjevcu. Prvu kragujevačku gimnaziju, prirodno-matematički smer završava 2001/2002. godine sa odličnim uspehom.

Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Odsek za ratarstvo, upisao je 2002. godine, a 8. februara 2007. godine je diplomirao sa prosečnom ocenom 9,47. Diplomski rad pod nazivom „Dostignuća i perspektive u oplemenjivanju tritikalea (*X Triticosecale Wittmack*)”, odbranio je ocenom 10. Tokom studiranja bio je stipendista Ministarstva nauke i prosvete. U školskoj 2005/2006 proglašen je za najboljeg studenta ratarskog odseka. Doktorske studije na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu, smer „Genetika i oplemenjivanje ratarskih i povrtarskih biljaka” upisao je 2007/2008. godine. Sve ispite predviđene planom i programom položio je sa prosečnom ocenom 9,40.

Od septembra 2007. godine radi u Centru za strna žita u Kragujevcu, Odeljenje za selekciju i genetiku kao istraživač pripravnik, a od 2014. godine kao istraživač saradnik. Raspoređen je na poslovima selekcije i oplemenjivanja ječma i ovsa. Bio je uključen na projekat TR 20063: „Razvoj novih tehnologija za unapređenje proizvodnje strnih žita” finansiranog od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u periodu 2008-2010. Trenutno je angažovan na projektu TR 31054 Ministarstva prosvete i nauke pod nazivom „Razvoj novih tehnologija gajenja strnih žita na kiselim zemljištima primenom savremene biotehnologije”. Do sada je objavio 11 naučnih radova i koautor je jedne sorte ozimog dvoredog ječma.

Govori i služi se engleskim jezikom.

**Prilog 1.**

## **Izjava o autorstvu**

Potpisani **Kamenko Bratković**

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije **07/9**

### **Izjavljujem**

da je doktorska disertacija pod naslovom:

#### **Genetička analiza prinosa dvoredog i višeredog ječma metodom multivarijacione analize**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena doktorska 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 autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, \_\_\_\_\_

Potpis doktoranta

\_\_\_\_\_

**Prilog 2.**

## **Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije**

Ime i prezime autora **Kamenko Bratković**

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije **07/9**

Studijski program **Ratarstvo i povrtarstvo**

Naslov doktorske disertacije **Genetička analiza prinosa dvoredog i višeredog ječma metodom multivarijacione analize**

Mentor **Gordana Šurlan Momirović**

Potpisani **Kamenko Bratković**

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predao 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.

U Beogradu, \_\_\_\_\_

Potpis doktoranta

### Прилог 3.

## Izjava o korišćenju

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

### **Genetička analiza prinosa dvoredog i višeredog ječma metodom multivarijacione analize**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao 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.

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 kraju).

U Beogradu, \_\_\_\_\_

Potpis doktoranta

\_\_\_\_\_

**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.