

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Zoran F. Čamdžija

**KOMBINACIONE SPOSOBNOSTI ZA  
PRINOS ZRNA I AGRONOMSKA SVOJSTVA  
ZP INBRED LINIJA KUKURUZA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Zoran F. Čamdžija

**COMBINING ABILITIES FOR GRAIN YIELD  
AND AGRONOMIC TRAITS OF  
ZP MAIZE INBRED LINES**

DOCTORAL DISSERTATION

Belgrade, 2014.

## POLJOPRIVREDNI FAKULTET, ZEMUN

### MENTOR:

dr Slaven Prodanović, redovni profesor,  
Poljoprivredni fakultet, Zemun

### ČLANOVI KOMISIJE:

1) dr Tomislav Živanović, redovni profesor,  
Poljoprivredni fakultet, Zemun

2) dr Milomir Filipović, viši naučni saradnik,  
Institut za kukuruz, „Zemun Polje“ Beograd-Zemun

3) dr Goradana Šurlan Momirović, redovni profesor,  
Poljoprivredni fakultet, Zemun

4) dr Jelena Vančetović, naučni savetnik,  
Institut za kukuruz, „Zemun Polje“ Beograd-Zemun

Želeo bih da se zahvalim **Institutu za kukuruz „Zemun Polje“**, kući koja je omogućila izradu ove doktorske teze.

Hvala mentoru prof. **dr Slavenu Prodanoviću**, na dragocenim uputstvima i savetima tokom izrade teze. Takođe, veliku zahvalnost dugujem mentoru iz Instituta za kukuruz **dr Milomiru Filipoviću** na značajnim sugestijama i uputstvima radi poboljšanja kvaliteta rada. Zahvalio bih se i **dr Jeleni Vančetović** na velikoj pomoći i savetima vezanim za ovo istraživanje.

Zahvaljujem se kolegici sa Grupe za Biotehnologiju **dr Ani Nikolić** i kolegici sa Grupe za Fitopatologiju **dr Jeleni Lević** sa Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, koje su mi pomogle u delu doktorske disertacije, vezanom za njihov sektor istraživanja. Takođe, zahvaljujem Nadi, Verici, Slađi, Dragani i Dragici-koleginicama iz svoje grupe, koje su mi mnogo pomogle oko ekperimentalnog dela istraživanja.

Posebno se zahvaljujem mojim mladim kolegama: **Milanu Stevanoviću, Jovanu Pavlovu, Milošu Crevaru, Sofiji Božinović, Nikoli Grčiću i Vesni Kandić** na tome što su učestvovali u izvođenju eksperimentalnog dela teze.

Najveću zahvalnost upućujem mojoj **porodici** i devojci **Sofiji** na neizmernom strpljenju, razumevanju i podršci.

# KOMBINACIONE SPOSOBNOSTI ZA PRINOS ZRNA I AGRONOMSKA SVOJSTVA ZP INBRED LINIJA KUKURUZA

Zoran Čamdžija

## Rezime

U radu je korišćeno 18 inbred linija (15 majki i 3 testera) i njihovih 45 hibrida za ocenu kombinacionih sposobnosti roditelja. 15 majki potiče iz tri nedovoljno ispitana genetička izvora (A, B i C), sa po pet linija po izvoru. Testeri potiču iz Lankaster heterotične grupe. Materijal je odabran na osnovu pretpostavke da se roditelji dobro kombinuju. Prema dužini vegetacionog perioda celokupan materijal (roditeljske komponente i hibridi) pripada grupama zrenja od FAO 400 do FAO 600. Ogled je izveden tokom 2010. i 2011. godine, na tri lokaliteta Zemun Polje, Školsko dobro i Srbobran. Sva tri lokaliteta predstavljaju duboka i plodna zemljišta-černozem visokog kvaliteta. Sa meterološkog stanovišta, uslovi za proizvodnju kukurza i izvedbu ogleda su bili povoljni, s tim da su temperature u letnjim mesecima (jul i avgust) dostizale vrednosti od 34°C u 2010. i 39°C u 2011. godini.

Srednje fenotipske vrednosti roditelja i hibrida su korišćene za računanje opštih (OKS) posebnih (PKS) vrednosti za prinos zrna i agronomska svojstva po metodi linija × tester analiza. Na osnovu dobijenih vrednosti OKS i PKS izdvojeni su superiorni genotipovi. Među njima, inbred linije A3, A4, B1 i C3 su se pokazale kao najbolji kombinatori za prinos zrna kao najvažnije svojstvo. Osim za prinos zrna, isti genotipovi su se pokazali kao odlični kombinatori za visinu biljke i visinu gornjeg klipa (A3, A4 i C3), broj redova zrna (B1 i C3) i masu 1000 zrna (C3). Pomenute linije se prvenstveno preporučuju za dalji rad u stvaranju F1 hibrida, ali i stvaranju poboljšanih F2 populacija.

Osim kombinatora koji se prvenstveno karakterišu dobrim OKS za prinos, otkriveni su i kombinatori sa odličnim OKS vrednostima, ali samo za pojedina svojstva. Takve linije se preporučuju za dalji rad u programima oplemenjivanja, ali prvenstveno kao donori poželjnih osobina i popravku populacija. Otkriveni su dobri kombinatori za dužinu klipa (A2, C1 i C5), za broj redova zrna (B3, B4), za broj zrna u redu (C5), za dubinu i masu 1000 zrna (C2).

Pored ocene kombinacionih sposobnosti računat je heterozis prema boljem roditelju (HBP), čije su vrednosti ukazale na izuzetnu heterotičnost korišćenih parova. Najviše vrednosti HBP su dobijene za prinos zrna (131,05% u 2010. i 121,19% u 2011. godini). Najniže vrednosti HBP su dobijene za broj redova zrna (0,86% u 2010. godini), dok je u 2011. godini HBP bio negativan (-4,31%).

Analiza parametara stabilnosti je ukazala na veću adaptiranost srednje kasnih hibrida (FAO 500-600) na lokalitete boljih agroekoloških uslova, a hibride grupe zrenja FAO 400 za lokalitete lošijih agroekoloških uslova. Otkriveni su hibridi koji su se istovremeno pokazali i kao visokoprinosni i veoma stabilni ( $C3 \times Z3$  ( $b_i=1,013$ ),  $A4 \times Z3$  ( $b_i=1,313$ ) i  $A4 \times Z2$  ( $b_i=1,382$ )). Fitopatološka analiza je pokazala da ne postoje potpuno otporni genotipovi prema delovanju patogena *Fusarium verticillioides* i *Aspergillus flavus*, ali je otkriven genotip kod kojeg je procenat zaraženosti zrna gljivom *Aspergillus flavus* bio znatno slabiji (B2 1,17%).

DNK analiza roditeljskih komponenti je izvršena uz pomoć SSR markera. Korišćen je 21 SSR marker, a ukupan broj alela je bio 96 sa prosekom od 4,6 alela po markeru, a od toga je 85 alela bilo polimorfno sa prosečno 4,05 polimorfni alela po markeru. Rezultati SSR markera su korišćeni za računanje koeficijenata genetičke distance (GD) između roditelja i formiranje dendrograma. Najmanju GD su imale linije C1 i C2 (0,04), a najveća genetička distanca je otkrivena između B5 i Z1 (0,55). Vrednosti koeficijenata GD majčinskih komponenti unutar izvora A, B i C se kreću od 0,08 do 0,22 za izvor A, od 0,07 do 0,21 za izvor B i od 0,08 do 0,19 za izvor C, ukazujući na mala variranja majki unutar svakog izvora. Najveće vrednosti GD se nalaze između testera sa jedne i majki sa druge strane i variraju od 0,36 za A1 i Z2 do 0,55 za B5 i Z1.

Na dendrogramu su se izdvojila dva subklastera. Prvi, veliki subklaster, sastavljen od majčinskih komponenti, koji se dalje deli na manje subsubklastere, koji se u potpunosti podudaraju sa izvorima A, B i C iz kojih linije potiču. U drugom subklasteru se nalaze testeri, pri čemu su testeri Z1 i Z3 genetički bliži u odnosu na Z2 tester. Posmatrajući dva subklastera međusobno, uviđa se jasna razdvojenost majki sa jedne strane i testera sa druge strane, ukazujući na potencijalno dobre heterotične parove. Na osnovu rezultata analize

pomoću SSR markera je zaključeno da se ovakav pristup može veoma uspešno primenjivati u programu oplemenjivanja kukuruza.

**Ključne reči:** Linija × tester analiza, kombinacione sposobnosti, genetička distanca roditeljskih komponenti, heterozis

**Naučna oblast:** BIOTEHNIČKE NAUKE

**Uža naučna oblast:** RATARSTVO I POVRTARSTVO

**UDK:** 633.15:631.524(043.3)

# COMBINING ABILITIES FOR GRAIN YIELD AND AGRONOMIC TRAITS OF ZP MAIZE INBRED LINES

Zoran Čamdžija

## Abstract

In this study 18 inbred lines (15 mothers and 3 testers) and their 45 hybrids were used for evaluation of combining ability of parents. 15 mothers from three insufficiently studied genetic sources were chosen (A, B and C), with five lines per source. Testers are representatives of Lancaster heterotic group. The material is chosen on the bases on the assumption that parents combine well. According to the length of the vegetation period, the entire material (parental lines and hybrids) belongs to maturity groups from FAO 400 to FAO 600. The field experiment was conducted during 2010<sup>th</sup> and 2011<sup>th</sup>, at three locations Zemun Polje, Školsko dobro and Srbobran. All three locations are characterised by deep and fertile high quality soil. From meteorological standpoint, the conditions for the maize production and performance of experiments were favorable, with the temperature in the summer months (July and August), reaching values of 34°C in 2010<sup>th</sup> and 39 ° C in the 2011<sup>th</sup> year.

Average phenotypic values of parents and hybrids were used to calculate the general (GCA) and specific (SCA) combining abilities for grain yield and agronomic traits, using line × tester analysis. Based on the GCA and SCA, superior genotypes were selected. Among them, the inbred lines A3, A4, B1 and C3 have proven to be the best combiners for grain yield as the most important trait. In addition to grain yield, the same genotypes have proved to be excellent combiners for plant height and height of the upper ear (A3, A4, and C3), number of kernel rows (B1 and C3) and 1000 grain weight (C3). Above mentioned lines are primarily recommended for future breeding work in creating F1 hybrids, and creating improved F2 populations.

Besides combiners which were primarily characterized by high GCA effects for yield, other combiners have been discovered with excellent GCA values, but only for individual traits. Such lines are recommended for further work in breeding programs, but primarily as donors of desirable traits and repairment of the population. Good combiners were detected



for ear length (A2, C1 and C5), kernel row number (B3, B4), number of kernels per row (C5), kernel depth and weight of 1000 grains (C2).

In addition to review of combining ability better parent heterosis (BPH) was calculated, whose values indicate a high heterosity between used pairs. The highest BPH values were obtained for grain yield (131.05% in the 2010<sup>th</sup> and 121.19% in the 2011<sup>th</sup> year). The lowest BPH values were obtained for kernel row number (0.86% in 2010.), while in the 2011<sup>th</sup> year BPH was negative (-4.31%).

Analysis of stability parameters indicated greater adaptedness of medium late maturity hybrids (FAO 500-600) in locations with better agricultural conditions, and hybrids of the maturity group FAO 400 for locations with poorer agricultural conditions. The hybrids that are simultaneously shown as high-yield and high stable were detected (C3 × Z3 ( $b_i = 1.013$ ), A4 × Z3 ( $b_i = 1.313$ ) and A4 × Z2 ( $b_i = 1.382$ )). Phytopathological analysis showed that there are no completely resistant genotypes to the activity of the pathogens *Fusarium verticillioides* and *Aspergillus flavus*, but genotype was detected, in which the percentage of infection by the fungus *Aspergillus flavus* grain was significantly lower (B2 1.17%).

DNA analysis of parent components was carried out with SSR markers. 21 SSR were markers used, and the total number of detected alleles was 96 with an average of 4.6 alleles per marker, of which 85 were polymorphic alleles with an average of 4.05 polymorphic alleles per marker. Results of SSR markers were used to calculate the coefficient of genetic distance (GD) between the parents and the formation of the dendrogram. The smallest GD was between lines C1 and C2 (0.04), and the largest genetic distance was detected between lines B5 and Z1 (0.55). The values of the GD coefficients of the maternal components inside sources A, B and C were ranging from 0.08 to 0.22 for source A, from 0.07 to 0.21 for source B and 0.08 to 0.19 for C source, pointing to a small variation of mothers within each source. The highest GD values are found between testers on one hand and mothers on the other, and vary from 0.36 to A1 and Z2 to 0.55 for B5 and Z1.

On the dendrogram two subclusters were allocated. First, a large subcluster, composed of maternal components, which is further divided into smaller subsubclusters, which fully coincide with sources A, B and C, from which mothers derive. In other

subcluster are testers, wherein Z1 and Z3 represent closer genetic relationship in contrast to Z2 tester. Looking at two subclusters, a clear separation of mothers on one side and testers the other is seen, indicating a potentially good heterotic couples. Based on the results of analysis using SSR markers, it was concluded that this approach can be successfully applied in maize breeding program.

**Key words:** Line  $\times$  tester analysis, combining ability, genetic distance of parent components, heterosis

**Scientific field:** BIOTECHNICAL SCIENCES

**Specific scientific field:** FIELD AND VEGETABLE CROPS

**UDK:** 633.15:631.524(043.3)

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Oplemenjivanje kukuruza na prinos.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Kombinacione sposobnosti i oblici delovanja gena u nasleđivanju prinosa         zrna i komponenti prinosa.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Interval metličanja i svilanja.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4. Korelacija prinosa zrna i komponenti prinosa.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5. Heterozis kod kukuruza.....</b>	<b>15</b>
<b>2.6. Praktična selekcija i semenarstvo.....</b>	<b>16</b>
<b>2.7. Stabilnost prinosa useva.....</b>	<b>17</b>
<b>2.8. Primena molekularnih markera u oplemenjivanju kukuruza.....</b>	<b>18</b>
<b>3. RADNA HIPOTEZA.....</b>	<b>21</b>
<b>4. MATERIJAL I METODE RADA.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Biljni materijal.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Agronomska svojstva i prinos zrna.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3. Postavka poljskih ogleda.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4. Biometrijska analiza podataka.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5. Molekularna analiza roditeljskih inbred linija.....</b>	<b>34</b>
<b>5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1. Srednje vrednosti i kombinacione sposobnosti.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1.1. Visina biljke.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1.2. Visina gornjeg klipa.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.3. Dužina klipa.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1.4. Broj redova zrna.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.5. Broj zrna u redu.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1.6. Dubina zrna.....</b>	<b>70</b>
<b>5.1.7. Masa 1000 zrna.....</b>	<b>76</b>

5.1.8. Prinos zrna.....	82
5.2. Interval metličanja i svilanja-ASI.....	88
5.3. Korelacija prinosa i komponenti prinosa.....	89
5.4. Heterozis prema boljem roditelju.....	90
5.5. Praktična selekcija i semenarstvo.....	94
5.6. Parametri stabilnosti za prinos zrna kukuruza.....	98
5.7. Analiza genetičke distance (GD) između genotipova.....	100
6. DISKUSIJA.....	104
7. ZAKLJUČAK.....	120
8. LITERATURA.....	123

## 1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays L.*) je jedna od najvažnijih poljoprivrednih biljaka, kako u svetu tako i u Srbiji. Putovanje kukuruza sa američkog kontinenta desilo se pre pet vekova otkrićem Amerike. Dugi period kukuruz je služio isključivo kao ljudska i stočna hrana, dok u novije vreme preradom kukuruz dobija sve više pažnje u farmaceutskoj, kozmetičkoj i hemijskoj industriji dobijanjem prerađevina i derivata kukuruza. Svetski problem u energetici, između ostalih poljoprivrednih vrsta i preko kukuruza nalazi rešenje u vidu bioetanola - jednog od nekoliko savremenih biogoriva koji ima osnovnu odliku obnovljivog i neštetnog resursa za ekosistem. Upravo ovako raznovrsna primena kukuruza kao poljoprivredne vrste ukazuje na njegov značaj u svetu, te se potrebe za njim i površine sa njim stalno povećavaju.

Dvadeseti vek predstavlja doba naglog razvoja nauke u svim pravcima, tako je razvoj poljoprivrede kao nauke kroz oplemenjivanje bilja u saglasnošću sa genetičkim zakonima doveo do naglog i velikog povećanja potencijala rodности kod kukuruza. Program klasičnog oplemenjivanja kukuruza je uspešno započet u Sjedinjenim Američkim Državama krajem XIX i početkom XX veka, odakle je ovaj program prenesen na ostali deo sveta, te i u Srbiju.

Stvaranje F1 hibrida visokog potencijala rodности postaje najvažniji cilj selekcionera, prepoznavanje dobrih osobina, dobrih gena i vrednih genotpiva – dobrih kombinatora, je od najveće važnosti za brz napredak i stvaranje rodnihi hibrida. U proučavanju germplazme kukuruza, nastojalo se na prevazilaženju problema u smislu lakšeg prepoznavanja dobrih kombinatora – dobrih roditeljskih komponenti koje u ukrštanju sa drugim roditeljima ostvaruju dobar heterozis. Problem je, između ostalog, prevaziđen definisanjem kombinacionih sposobnosti roditeljskih komponenti. Danas postoji više statističkih postupaka koji služe oceni roditelja – kombinatora prema njihovim kombinacionim sposobnostima u smislu lakšeg prepoznavanja vrednih genotipova.

Dobar kombinator nije nužno završni korak selekcije, jer pored dobrih kombinacionih sposobnosti genotip mora sadržati i druge karakteristike. Svaku poljoprivrednu proizvodnju prati odgovarajuća tehnologija gajenja, bolesti, štetočine i niz abiotičkih faktora koji deluju

u određenom vremenu i prostoru i utiču na zdravstveno stanje i učinak poljoprivrednih vrsta. Sistem zaštite može biti zasnovan na tehnologiji gajenja, odnosno primeni hemijskih sredstava u cilju zaštite useva, ali i pronalasku prirodnih genotipova otpornih i tolerantnih na nepovoljno delovanje biotičkih i abiotičkih faktora. Veći dobitak ne može biti ostvaren samo pravljem novog sortimenta, već se celokupan sistem gajenja mora unapređivati zajedno sa selekcijom kukuruza. Samim tim, cilj oplemenjivanja kukuruza je postalo i stvaranje superiornih genotipova, sposobnih da u datim okolnostima tehnologije gajenja i sklopu biotičkih i abiotičkih faktora iskažu maksimum.

Razvoj nauke u XX veku ubrzava proces napredovanje naučnih disciplina u svim sektorima ljudskog društva. Svaka naučna disciplina ima za cilj da nadmaši prethodnu, prvenstveno u krajnjem rezultatu i brzini postizanja istog. Primena savremenih naučnih dostignuća nije zaobišla ni poljoprivredu, kao disciplinu nauke, odgovornu za stvaranje najvažnijeg dobra-hrane.

Kao najveće dostignuće u oplemenjivanju biljaka predstavlja primena biotehnoških dostignuća, tj. primenu molekularne biologije u oplemenjivanju. Razvoj molekularne biologije i primena molekularnih markera obezbeđuje još lakše proučavanje kvantitativnih i kvalitativnih osobina i brže određivanje genetičke divergentnosti ispitivanog materijala što za rezultat oplemenjivanja ima sigurniju ocenu materijala i tačniju pripremu njivskog dela selekcije.

Zadatak ovog istraživanja bio je ispitivanje materijala kukuruza kroz ocenu kombinacionih sposobnosti roditelja za prinos zrna i veći broj agronomskih svojstava, kao tipične metode klasičnog oplemenjivanja i molekularnu analizu SSR markerima, kao savremenog načina upotrebe metoda biotehnologije u selekciji kukuruza.

## 2. PREGLED LITERATURE

Kukuruz je jednogodišnja zeljasta biljka i jedna od najranije domestifikovanih biljnih vrsta. Poreklo kukuruza je vezano za lokalno stanovništvo Centralnog Meksika koje je još pre 7000 godina gajilo kukuruz u formi divlje trave *Teosinta sp.* Prepoznajući potencijal, narodi Srednje Amerike vremenom uspevaju da unaprede vrstu sistematski birajući određene varijetete sa poželjnim osobinama. Ovaj proces je vremenom doveo do transformacije teozinte u današnju formu kukuruza (Beadle, 1939). Stanovništvo novostvorenu vrstu naziva „mahis“, sa prevodom u značenju „izvor života“. Od svih žita, jedino kukuruz vodi poreklo iz Amerike.

Kukuruz se odlikuje visokom produktivnošću, široke geografske i agroekološke adaptibilnosti. Iako prvobitno tropska biljka, tokom dugog perioda korišćenja i migracije van rejona njegovog otkrivanja, kukuruz se vremenom adaptirao na različite uslove gajenja i zato danas može da se gaji u skoro svim krajevima sveta. Prvenstveno, sposobnost kukuruza kao poljoprivredne vrste da se adaptira na razne klimatološke uslove omogućilo je njegovu široku upotrebu. Iz regiona Centralnog Meksika se prvenstveno širio po celom američkom kontinentu, tu koristio hiljadama godina, a tek otkrivanjem Novog Sveta evropski osvajači kolonizacijom i trgovinom proširuju kukuruz kao poljoprivrednu kulturu na Evropu, zatim Afriku, duž Azije sve do Dalekog Istoka (Srđić, 2005).

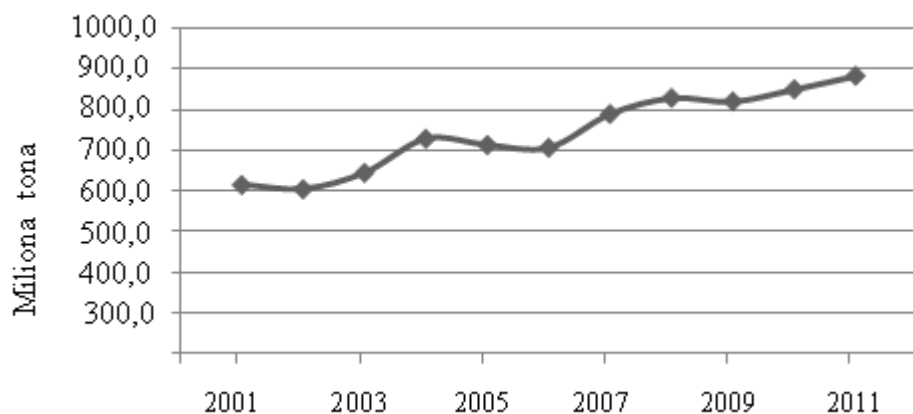
Kukuruz, kao najvažnije žito u Srbiji zauzima prvo mesto po površini gajenja i prema podacima Zavoda za statistiku Republike Srbije gaji se na 1,2 miliona ha godišnje. Srbija, kao zemlja koja se nalazi na 45-om stepenu severne geografske širine, sa svojim prosečnim temperaturama i padavinama za vreme vegetacionog perioda, pogoduje intenzivnoj proizvodnji ove biljne vrste. Prema FAO podacima za 2011. godinu (<http://www.fao.org>) u svetu je proizvedeno ukupno 883,5 miliona tona kukuruza. Kao najveći proizvođači kukuruza se navode SAD, Kina i Brazil, a Srbija spada među prvih 20 na listi najvećih proizvođača u svetu (Tabela 1).

Tabela 1. Lista najvećih proizvođača kukuruza u svetu (2011. godina)

Mesto	Zemlja	Proizvodnja (miliona t)
1	SAD	313,92
2	Kina	192,90
3	Brazil	55,67
4	Argentina	23,80
5	Ukraina	22,84
6	Indija	21,57
7	Meksiko	17,64
8	Indonezija	17,63
9	Francuska	15,70
10	Rumunija	11,72
19	Srbija	6,48
<b>Ukupno</b>	Svet	883,5

Proizvodnja kukuruza u svetu u zadnjoj deceniji beleži rast, od 615 miliona tona u 2001. godini do 883,5 miliona tona u 2011. godini (Grafik 1). Porast proizvodnje kukuruza u svetu se dešava najviše zahvaljujući porastu proizvodnje u Aziji, sa Kinom kao glavnim proizvodnim područjem.

Grafik 1. Proizvodnja kukuruza u svetu u periodu 2001-2011. godine



Globalno posmatrano, privredni značaj kukuruza raste sve više, a ta činjenica proizilazi iz njegove raznovrsne namene. Glamočlija (2004) i Prashanth (2008) navode da se u složenoj industrijskoj preradi dobija se više od 1000 različitih proizvoda, koji se mogu svrstati u prehrambene, farmaceutske, kozmetičke, proizvode za ishranu domaćih životinja, proizvode za tekstilnu industriju i sirovine za dalju preradu u hemijskoj industriji. Problem



fosilnih goriva, kao neobnovljive i ograničene vrste energenata, primenom savremene poljoprivrede nalazi rešenje u vidu biogoriva. Kukuruz dobija još više na važnosti jer njegovom preradom u vidu bioetanola iznalazi rešenje na zadati problem. Povećanje površina i potreba za kukuruzom raste, između ostalog, upravo iz te potrebe. Ne samo da se preradom kukuruza dobija obnovljivi izvor energije, već upotreba takvog energenta, za razliku od fosilnih, ne predstavlja izvor zagađenja prirode (S. Madenović Drinić i sar., 2011). U 2009. godini proizvodnja bioetanola u svetu je iznosila 73,9 miliona litara, sa tendencijom prelaska 100 miliona litara u 2012. godini (Radosavljević i sar., 2009). Kao zadnju reč nauke, genetike i oplemenjivanja, upotrebom savremenih metoda biotehnologije kukuruz je pretrpeo promene koje u svojoj genetičkoj osnovi sam po sebi, ne bi mogao, te se kukuruz zajedno sa drugim poljoprivrednim vrstama prevodi na genetski modifikovan organizam (GMO) ubacivanjem gena iz nesrdonih vrsta u genom kukuruza. Najpoznatiji u kategoriji GMO-a su Bt (*Bacillus thuringiensis*) i RR (*Roundap Ready*) kukuruz, kao modifikovani organizmi otporni na napade insekata i primenu herbicida za suzbijanje korova. Stvaranje visokorodnih hibrida koji trebaju da zadovolje sve veće potrebe za merkantilnim kukuruzom postaje nužnost i imperativ.

## **2.1. Oplemenjivanje kukuruza na prinos**

Nasleđivanje kvantitativnih osobina čija je ekspresija determinisana genetičkim faktorima, faktorima spoljašnje sredine i njihovom međusobnom interakcijom je veoma složena. Otkrivanjem heterozisa kukuruz dobija sve više na značaju. Shull (1909) prvi definiše heterozis i otkriva njegovu pozadinu i zaključuje da ukrštanje genetički udaljenih roditelja daje superiorno F1 potomstvo koje premašuje vrednosti kvantitativnih osobina oba roditelja. Nakon višemilenijumskog korišćenja populacija kukuruza adaptiranih i gajenih na određenim agroekološkim područjima, prešlo se na istraživanje pozadine nasleđivanja kvantitativnih osobina kukuruza sa naučnog aspekta. Imajući u vidu da u nasleđivanju kvantitativnih osobina učestvuje veći broj gena, heterozis predstavlja izuzetno kompleksan mehanizam i zavisi od distribucije gena kod roditeljskih linija (Jinks i Jones, 1958).

Značajan doprinos u razjašnjenju načina nasleđivanja kvantitativnih osobina dao je Fisher (1918), iznoseći teoriju o komponentama genetičke varijanse, tj. efektima delovanja gena. U nasleđivanju neke kvantitativne osobine učestvuju aditivna i neaditivna varijansa, koja se dalje deli na komponente uslovljene dominacijom i epistazom (Šurlan i sar., 2007).

Aditivna varijansa je posledica delovanja aditivnih gena. Ona se dešava kada se na odgovarajućim lokusima nalaze aleli sa pozitivnim efektom i aleli sa negativnim (ili neutralnim) delovanjem gena, pri čemu je njihov uticaj na fenotip približno jednak. Ukoliko bi se radilo o isključivo ovakvom dejstvu poligena, fenotipska vrednost F1 je jednaka srednjoj vrednosti roditelja, odnosno ispoljava se intermedijarno nasleđivanje. Aditivna varijansa se još naziva i oplemenjivačka vrednost.

Neaditivna varijansa je posledica interakcije alela unutar i između lokusa poligena. Dominantna varijansa predstavlja posledicu interakcije alela unutar lokusa (intraalelnih interakcija). Ukoliko se na istom lokusu nalaze jedan dominantan i jedan recesivan alel, doći će do nadmoći dominantne forme alela nad recesivnom. Za posledicu ovakvog oblika delovanja gena, vrednost ispitivane kvantitativne osobine F1 generacije biće bliža roditelju sa većom frekvencijom dominantnih alela.

Deo varijanse koji predstavlja posledicu interakcije alela između lokusa poligena – interalelne interakcije se naziva varijansa epistaze. Varijansa epistaze se može podeliti prema broju uključenih lokusa u interakciju (npr. dvoalelna, troalelna,...). Druga podela može da se izvrši prema tipu lokusa uključenih u interakciju (aditivna x aditivna, dominantna x dominantna i aditivna x dominantna interakcija). Na fenotipskom nivou posledica epistatičnog delovanja gena se odvija u devijaciji od vrednosti koja bi se formirala pojedinačnim doprinosima gena sa različitih lokusa (Hallauer i sar., 2010.).

Koristeći početna znanja o heterozisu i komponentama genetičke varijanse dobijeni su prvi komercijalni *double cross*(DC), odnosno četvorolinijski hibridi. Ti hibridi su stvoreni početkom 20-ih godina prošlog veka, a širu upotrebu dobijaju u sledećoj dekadi (Jenkins, 1978; Russell, 1993). U proizvodnji kukuruza masovno počinje korišćenje DC hibrida, koji zauzimaju sve veće površine u Sjedinjenim Američkim Državama 20-ih godina. Takav trend traje do sredine 50-ih godina dvadesetog veka. Stvaranje ovakvih

hibrida (DC) i njihova upotreba u SAD-u doprinose prosečnom rastu prinosa po hektaru za vreme upotrebe DC hibrida u iznosu od 63,01 kg/ha (Troyer, 2004).

Shvatajući pojavu i potencijal heterozisa, istraživači prelaze na formiranje i korišćenje heterotičnih grupa, kao genetičkog pula, između kojih postoji potencijalna mogućnost pojave heterozisa. Troyer (2004) objašnjava formiranje pet ključnih heterotičnih grupa koje su postale osnov modernog oplemenjivanja 30-ih godina: *Reid Yellow Dent*, *Minesotta 13*, *Lancaster Sure Crop*, *North-Western Dent* i *Lemaing Corn*. *Reid Yellow Dent* je heterotična grupa iz koje će odabirom 16 najboljih linija, koje su se odlikovale prvenstveno natprosečnom stabilnošću stabljike (Lamkey, 1992; Sprague, 1946) postati BSSS (*Iowa Stiff Stalk Synthetic*) populacija. Sistemom inbridinga stvarane su inbred linije koje su ukrštajući se sa drugim linijama i ispitivanjem njihovog potomstva stvarale komercijalne hibride.

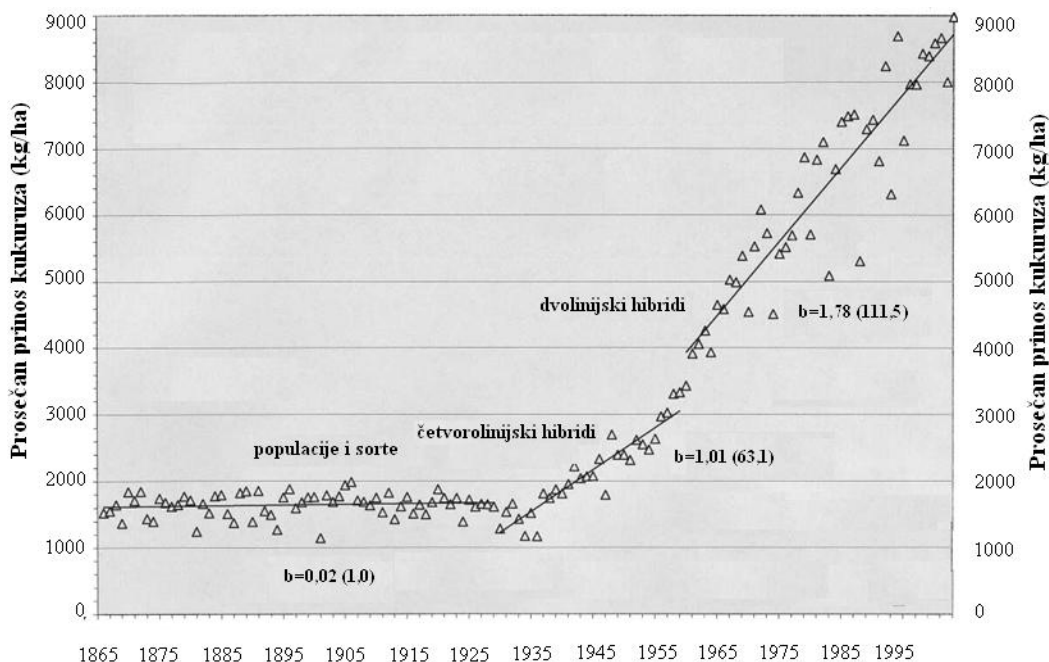
Da se veći heterozis i rodniji hibridi dobijaju ukrštanjem dve, umesto četiri inbred linije nije nepoznanica, objavljuju i Shull (1908) i East (1908) u svojim radovima vezanim za heterozis, ali vitalnost, genetički potencijal i rodnost prvih stvorenih inbred linija nije mogao zadovoljiti potrebe komercijalne semenarske proizvodnje.

Ovo saznanje je imalo za posledicu to da se uporedo sa stvaranjem dobre hibridne kombinacije radilo na popravci samih roditeljskih komponenti, prvenstveno u prinosu *per se*. Kao odgovor na taj zadatak započeti su radovi u okviru samih heterotičnih grupa putem rekurentne selekcije (RS), preko postepenog povećavanja frekvencije poželjnih alela u populacijama iz kojih bi se izvačile inbred linije (Borojević, 1981). Inbred linije koje bi proizilazile iz programa rekurentne selekcije su ukrštane sa testerima radi testiranja i iznalaženja superiorne F1 kombinacije.

Rezultat ovakve selekcije su prvi *single cross* (SC)-dvolinijski hibridi, stvoreni '50-ih godina. Testiranje prvih jednostrukih hibrida na prinos zrna u Srbiji došlo se do rezultata da su SC hibridi rodniji najmanje 20% od do tada gajenih DC hibridnim kombinacija, a najmanje 30-50% od prethodno gajenih sorti i lokalnih populacija (Trifunović, 1986). Uspostavljeni metod selekcije SC hibrida, njihova komercijalizacija i primena u proizvodnji kukuruza traje i danas. Prosečan prinos zrna od početka primene SC hibrida u

proizvodnji do 2003. godine u SAD-u prati prosečan porast od 111,5 kg/ha sa koeficijentom regresije od  $b=1,78$  na godišnjem nivou (Troyer, 2004) (Grafik 2).

Grafik 2. Prosečan porast i prinos zrna različitih sorti i hibrida kukuruza u SAD



## 2.2. Kombinacione sposobnosti i oblici delovanja gena u nasleđivanju prinosa zrna i komponenti prinosa

Ocenu roditelja na osnovu fenotipskih vrednosti njihovog potomstva dobijenih dialelnom metodom prvi je predstavio Schmidt (1919). Kod biljaka se ovaj metod koristi za određivanje kombinacionih sposobnosti roditelja, tako što se ukrštaju inbred linije, sorte ili populacije u svim mogućim kombinacijama.

Koncept kombinacionih sposobnosti prvi definišu Sprague i Tatum (1942). U svom radu vrše podelu kombinacionih sposobnosti na opšte i posebne kombinacione sposobnosti (OKS i PKS). Opšta kombinaciona sposobnost predstavlja prosečnu vrednost jednog roditelja u ukrštanjima sa drugim roditeljima, dok posebna kombinaciona sposobnost predstavlja ponašanje jednog roditelja  $X$  u ukrštanju sa roditeljem  $Y$ , gde prosečna vrednost te kombinacije može da odstupa od proseka opšte kombinacione sposobnosti tih roditelja u poređenju sa nekim drugim roditeljima (Borojević, 1981).

OKS oslikava oplemenjivačku vrednost, tj. deo varijanse koji može da se fiksira u roditeljskim komponentama, te odabir linija na osnovu procene OKS-a predstavlja odabir genotipova za stvaranje superiornih populacija i stvaranje novih inbred linija. PKS, sa druge strane, oslikava nepredvidivi deo varijanse, kao posledicu delovanja neaditivne varijanse, koji se javlja u F1 potomstvu ukrštanjem genetički udaljenih linija (Abuali i sar., 2012).

Definisanjem OKS i PKS razvijani su različiti modeli za analizu istih i procenu oblika delovanja gena. Najpoznatiji metod za ispitivanje OKS i PKS je dialelni metod (Griffing, 1956a), koji podrazumeva ukrštanje ispitivanih roditelja u svim mogućim kombinacijama i testiranje potomstva. Dialelni metod daje preciznu sliku o oplemenjivačkim vrednostima ispitivanih genotipova. Njegov nedostatak se prvenstveno ogleda u velikom broju neophodnih ukrštanja, koje treba izvesti da bi se dobila potrebna količina semena za testiranje dobijenih hibrida. Povećavanjem broja roditelja u dialelnoj šemi, broj ukrštanja se progresivno uvećava, što izaziva probleme prilikom izvođenja ukrštanja i zahteva velike površine za ispitivanje i ocenu materijala (Dhillon i sar., 1975).

Proces nastanka hibrida kukuruza uključuje stvaranje, ocenu i ukrštanje inbred linija i dobijanje F1 hibridnog semena. S obzirom na dugotrajnost ovog postupka, oplemenjivaču je potreban što tačniji, a po mogućnosti što brži uvid (*initial screening*) u ispitivani materijal. Iz potrebe da se istovremeno ispita veliki broj linija javio se *topcross* metod (Jenkins i Brunson, 1932), koji podrazumeva ukrštanje ispitivanog materijala sa jednim testerom široke genetičke osnove. Pri korišćenju *topcross* metoda, u odnosu na dialel, obim rada se smanjuje za 15-25 puta (Pataki, 2010) i dobija se uvid u oplemenjivačku vrednost velikog broja ispitivanih genotipova.

Logičan nastavak ovakvog metoda predstavljala je upotreba više testera. Linija  $\times$  tester analizu, osmislio je Kempthorne (1957), a upotpunili su ga Singh i Chaudhary (1976) predstavljajući takav model, gde će se ukrštanjem ispitivanih linija sa više testera dobiti pouzdanija informacija o upotrebnoj vrednosti materijala. Preko linija  $\times$  tester analize dobija se uvid u kombinacione sposobnosti roditelja, oblike delovanja gena u nasleđivanju kvantitativnih osobina (Marinković, 2005). Pošto metod uključuje ukrštanje linija (majčinskih komponenti) sa više od jednim testerom, linija  $\times$  tester analiza je dizajn gde se

ukrštanjem majki i očeva dobija i potomstvo u punom srodstvu (*full sib-FS*) i potomstvo u polusrodstvu (*half sib-HS*). Potomstvo  $A \times Z1$ , dobijeno ukrštanjem majke A sa testerom Z1 predstavlja potomstvo punog srodstva (FS), dok dva seta potomstava  $A \times Z1$  i  $A \times Z2$  imaju jednog zajedničkog roditelja (A) u oba potomstva, što za posledicu ima to da su takva potomstva ( $A \times Z1$  i  $A \times Z2$ ) u polusrodstvu (HS). Zbog ovakvog načina ukrštanja majčinskih komponenti sa testerima, tj. dobijanjem i HS i FS potomstva, moguće je računanje, ne samo OKS, već i PKS, kako za majčinske komponente, tako i za testere (Sharma, 2008).

Odnos kombinacionih sposobnosti i oblika delovanja gena je najčešće tumačen tako da je OKS određena aditivnim naslednim faktorima, dok se u osnovi PKS nalazi epistaza, dominacija i superdominacija (Sprague i Tatum, 1942; Matzinger i Kempthorne, 1956; Griffing, 1956a, 1956b; Borojević, 1981; Falconer, 1989).

Za svaku ispitivanu osobinu, preko odnosa OKS i PKS moguće je odrediti preovladavajuću ulogu ili aditivne ili neaditivne varijanse u nasleđivanju iste osobine. Takav odnos je definisan graničnom vrednošću "1". Vrednost odnosa OKS/PKS iznad granične vrednosti ukazuje na preovlađujuću ulogu aditivne varijanse u kontroli nasleđivanja ispitivane osobine, odnosno, ukoliko je vrednost odnosa OKS/PKS niža od granične, ukazuje na preovladavajuću ulogu neaditivne varijanse u ekspresiji date osobine (Gardner, 1963).

Povećan prinos hibrida kukuruza predstavlja krajnji cilj selekcionera, gde se pod svojom prinosu podrazumeva kompleksnost, povezanost i međuzavisnost različitih komponenti prinosa (Grafius, 1960). Prinos se može definisati i kao višedimenziona pojava koja obuhvata nekoliko različitih karakteristika i na koju utiče veći broj faktora (Prodanović i sar., 1996). Samim tim, poznavanje komponenti prinosa kukuruza pomaže oplemenjivaču u njegovom radu.

Atanaw i sar. (2003) su ispitujući 34 linije, tri testera i njihove hibride, za prinos, visinu biljke i visinu klipa zaključili da se ispoljava veći uticaj neaditivne u odnosu na aditivnu varijansu. Hibridne kombinacije koje su ispoljile visoko značajnu PKS vrednost za sve tri ispitivane osobine su dobijene ukrštanjem jednog dobrog i jednog lošeg opšteg kombinatora.

Ispitujući kombinacione sposobnosti 15 inbred linija i tri testera i način nasleđivanja prinosa i kvantitativnih osobina na hibride, Iqbal i sar. (2007) zaključuju da je viši uticaj dominantne varijanse u nasleđivanju osobina kao što su broj redova zrna, broj zrna u redu i težina 1000 zrna, dok je za osobinu dužina klipa ustanovljeno da se nasleđivanje nalazi pod kontrolom aditivnih gena. Isti autori su dobili visoko značajne vrednosti PKS za osobine dužina klipa i broj redova zrna ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora. Sa druge strane visoko značajne vrednosti PKS za osobine broj zrna u redu, masa 1000 zrna i prinosa zrna su dobijene ukrštanjem pozitivnog sa pozitivnim ili negativnog sa negativnim opštim kombinatorom.

Meseka i Ishaq (2012) su utvrdili predominantnu ulogu aditivnih gena za dužinu klipa, dok su za visinu klipa, visinu biljke i prinos zrna utvrdili dejstvo neaditivne varijanse.

Preovlađujuću ulogu aditivne varijanse u kontroli nasleđivanja broja redova zrna i broja zrna u redu su našli Abuali i sar. (2012). Međutim, autori potvrđuju dominaciju neaditivne varijanse u nasleđivanju dužine klipa i prinosa zrna.

Iste kvantitativne osobine i prinos 12 inbred linija, tri testera i 36 hibrida ispituju Shams i sar. (2010) u tri različita sistema navodnjavanja i utvrđuju neaditivnu varijansu kao ključnu u nasleđivanju svih osobina. Preko odnosa OKS/PKS, Shams i sar. (2010) su dobili vrednosti manje od granične, presuđujući u korist neaditivne varijanse u nasleđivanju svih ispitivanih osobina, s tim da je sa sve manjom normom zalivanja odnos taj odnos rastao u korist aditivne varijanse, ali nije prešao graničnu vrednost.

U ispitivanju prinosa zrna kukuruza u suvom ratarenju i navodnjavanju preko linija  $\times$  tester analize, Shiri i sar. (2010) preko odnosa PKS/OKS navode preovlađujući uticaj neaditivne varijanse u formiranju prinosa zrna pri testiranju 36 hibrida (18 linija  $\times$  2 testera). Značajne pozitivne vrednosti PKS su dobijene ukrštanjem jednakog broja negativnog sa negativnim, negativnog sa pozitivnim i pozitivnog sa negativnim opštim kombinatorom.

Za postizanje visoko značajnih PKS vrednosti za prinos, mogu učestvovati kako roditelji sa pozitivnim vrednostima OKS, kombinovanjem pozitivnih i negativnih opštih kombinatora, ili čak kombinovanjem negativnih opštih kombinatora. Dobijanje visoko pozitivnih PKS vrednosti ukrštanjem loših opštih kombinatora je verovatno posledica

aditivnog tipa (aditivni  $\times$  aditivni) interakcije između roditelja (Živanović i sar., 2005; 2010). Dobijanje visokih PKS vrednosti ukrštanjem dobrog i lošeg opšteg kombinatora se objašnjava aditivnim  $\times$  dominantnim tipom genske interakcije, tj. interakciji između poželjnih alela koji potiču iz oba kombinatora (Meseka i Ishaq, 2012; Peng i Virmani, 1999).

Dadheech i Joshi (2007) ispitujući prinos zrna i masu 1000 zrna 17 inbred linija, tri testera i njihovih hibrida, dobijaju visoko značajne vrednosti PKS, kombinovanjem slabog sa slabim i slabog sa dobrim opštim kombinatorom. Autori takav rezultat tumače širokom genetičkom osnovom ispitivanog materijala, te očekivano visokim heterozisom F1 hibrida pri ukrštanju ispitivanih linija.

Obzirom da je nemoguće dati preciznu sliku i jedinstven stav o načinu delovanja gena u formiranju prinosa zrna i kvantitativnih osobina, prilikom inkorporacije materijala nepoznatog porekla (egzotična germplazma) ili prilikom stvaranja novih populacija od ranije ispitivanog materijala neophodno je upoznavanje i sticanja uvida u vrednost nepoznatog ili novostvorenog materijala, a to se radi preko statističkih analiza kombinacionih sposobnosti. Ipak, većina istraživača na temu odnosa OKS/PKS uviđa veću važnost varijanse OKS, odn. aditivnog delovanje gena, kod još uvek neselekcionisanog materijala (F2-F5 generacija), dok je varijansa PKS, tj. dominantno i epistatično delovanje gena, važnija kod selekcionisanih inbred linija zbog ostvarivanja većeg heterozisa između čistih inbred linija.

### **2.3. Interval metličenja i svilanja**

Period vremena između pojave polena i svile na jednoj istoj biljci/inbred liniji/hibridu/populaciji kukuruza naziva se *Anthesis-silking interval* (ASI) ili period između datuma metličenja i svilanja. Sa stanovišta oplemenjivanja kukuruza, ASI spada u kategoriju morfoloških osobina i važan je indikator tolerantnosti određenog genotipa na sušu. Kukuruz je više osetljiv na sušu u odnosu na ostala žita jer su antere i svila udaljeni prosečno 1m, te su polen i žig tučka više izloženi delovanju spoljašnjih faktora.



Sazrevanju metlice, u poređenju sa porastom i sazrevanjem svile, pogoduju više temperature bez padavina, dok pojavi i sazrevanju svile više pogoduju niže temperature, veća snabdevenost zemljišta vlagom i viša relativna vlažnost vazduha. Period u kome je kukuruz naročito osetljiv na stres nedostatka vode i visokih temperatura je jedna nedelja pre do dve nedelje posle cvetanja (Edmeades i sar., 1999; Campos i sar., 2004). U stresnim uslovima visokih temperatura, suše i male količine padavina smanjuje se intenzitet fotosinteze i dolazi do kašnjenja u pojavi svile, interval ASI raste, a što je interval duži, povećava se verovatnoća ugožavanja/smanjenja prinosa kukuruza. Suviše veliki razmak između polinacije i svilanja može prouzrokovati slabiju oplodnju koja direktno ugrožava prinos preko manjeg broja formiranih zrna po klip, tj. nepravilne oplodnje (Bolaños i Edmeades, 1993). Ovakva istraživanja su potvrdili još i Westgate i Boyer, (1985), Artlip i sar., (1995), Saini i Westgate (2000), koji ukazuju da je u toku vegetacije kukuruza, kad je u pitanju smanjenje prinosa izazvano sušom, najosetljiviji period između metličanja i svilanja.

Ocenjujući značaj dužine trajanja intervala između metličanja i svilanja Edme i Gallaher (1993) su testirali različite populacije kukuruza u navodnjavanom režimu i režimu stresnog uslova suše i visokih temperatura. U postavljenom ogledu autori su merili interval između metličanja i svilanja u sistemu navodnjavanja, gde je on najčešće iznosio dva do tri dana, a četiri do pet dana u suvom ratarenju. Autori su utvrdili da je prinos zrna bio znatno manji u suvom ratarenju.

Kraj 20. i početak 21. veka je obeležen klimatskim promenama i povećanom prosečnom temperaturom na godišnjem nivou. Suša predstavlja sve ozbiljniji problem za gajenje kukuruza. U susret tom problemu selekcija kukuruza ukazuje na značaj ASI za identifikaciju tolerantnijih genotipova na delovanje visokih temperatura i nedostatka padavina.

## 2.4. Korelacija prinosa zrna i komponenti prinosa

Pored poznavanja i utvrđivanja prinosa i vrednosti komponenti prinosa, bitan momenat je i korelacija između njihovih vrednosti, koja predstavlja način da se utvrdi odnos, tj. stepen zavisnosti i povezanosti među važnim kvantitativnim osobinama (Malik i sar., 2005; Šurlan i sar., 2007). Pojava da su dve ili više osobina povezane, odnosno da imaju sličnost u variranju, rezultat je dejstva vezanih i plejotropnih gena, dok fenotipska korelacija uključuje kako dejstvo gena, tako i dejstvo spoljašnjih uslova (Falconer, 1989; Hallauer i Miranda, 1988).

S obzirom da prinos predstavlja krajnji rezultat delovanja više faktora, a u ispitivanju kombinacionih sposobnosti za prinos zrna i kvantitativne osobine nemoguće je naći kombinatora sa visokim i pozitivnim vrednostima OKS za sve ispitivane osobine, mora se dati prednost određenim osobinama koje imaju pozitivnu i visoku korelaciju sa prinosom (Kanagarasu i sar., 2010).

Ispitujući deset populacija ukrštenih u sistemu poludialela, Bello i sar. (2010) su ispitivali korelaciju između prinosa i kvantitativnih i morfoloških osobina kukuruza i ukazali na pozitivnu, visoku i značajnu korelaciju prinosa zrna sa visinom biljke i klipa. Do istih rezultata su došli Rafiq i sar. (2010), s tom razlikom da se u njihovom ispitivanom materijalu pojavila značajna i pozitivna korelacija između prinosa i dužine klipa, zatim između prinosa i broja zrna u redu.

Nemati i sar. (2010) su ispitivali hibrid SC 404 u severozapadnom Iranu. Broj redova zrna i dubina zrna su imali pozitivan i značajan odnos prema prinosu. Sa konstatacijom o pozitivnom i značajnom odnosu broja redova zrna i prinosa se slažu i Corke i Kannenberg (1998), Mohammadi i sar. (2003), Hefny (2011), Stevanović i sar. (2012), Čamdžija i sar. (2012).

Značajna i pozitivna korelacija visine biljke i klipa sa prinosom je utvrđena u istraživanjima Malik i sar. (2011), Khakim i sar. (1998), Annapurna i sar. (1998), Gautam i sar. (1999), Basheruddin i sar. (1999), Umakanth i sar. (2001), Pavlov i sar. (2012). Sa druge strane negativnu korelaciju između visine biljke i klipa sa prinosom su ustanovili Yousuf i Saleem (2001), Olakojo i Olaoye (2011).

Tokom ispitivanja materijala prema fenotipskim korelacionim koeficijentima, samo određene kvantitativne osobine su u pozitivnoj korelaciji sa prinosom. Selekcija usmerena prema tim osobinama bi trebala da ima za posledicu povećanja prinosa.

## **2.5. Heterozis kod kukuruza**

Heterozis predstavlja osnovu modernog oplemenjivanja. Po Moll-u i sar. (1965) veći heterozis se ispoljava pri većoj genetičkoj udaljenosti ukrštanih sorti, ali samo do izvesne granice. Sa daljim povećanjem divergentnosti heterozis opada. Iako dugo proučavan, gotovo ceo vek, genetička osnova heterozisa još uvek nije potpuno otkrivena (Mladenović Drnić i sar., 2012). Sam koncept dialela između populacija se zasniva na ranim istraživanjima o heterozisu koji se ispoljava pri ukrštanju domaćih sorti kukuruza. Moll i sar. (1962) zaključuju da je veća genetička udaljenost između sorti nastala zahvaljujući različitom poreklu i geografskoj izolovanosti i adaptaciji na različite uslove, te da se heterozis ispoljava pri ukrštanju takvih materijala.

Za potrebe oplemenjivanja kukuruza, od naročitog je interesa je pronalazak pogodnog naučnog metoda koji bi mogao da predvidi heterozis sa što većom tačnošću pre samih njivskih testiranja. Iznalaženje heterotičnih parova je osnovni cilj iskorišćavanja genetičke varijabilnosti. Iako u svetu postoji 12 heterotičnih grupa u umerenom klimatskom pojasu, najčešće se koristi par Iowa Stiff Stalk -BSSS × Lancaster Surecrop-Lankaster (Goodman, 1984; Stojaković i sar., 2004).

Kombinacione sposobnosti i primena molekularnih markera su u tesnoj vezi sa heterozisom. Preko PKS, gde po pravilu, što je veća vrednost PKS veći je heterozis ispoljen između ukrštenih inbred linija. Ovakav način predstavlja njivski metod za otkrivanje heterozisa i heterotičnih parova, dok sa druge strane molekularni markeri predstavljaju laboratoriski metod koji sa velikom pouzdanošću otkriva heterotične parove.

## 2.6. Praktična selekcija i semenarstvo

Početak oplemenjivanja kukuruza na naučnim principima se odigrao na univerzitetima SAD početkom XX veka. Stvarani su različiti metodi selekcije kukuruza, sve u cilju povećanja prinosa zrna, adaptibilnosti, stabilnosti, tolerancije na stresne uslove biotičkog ili abiotičkog karaktera. Posledica selekcije kao praktične nauke se najviše ogledala preko povećanja površina gajenih pod kukuruzom i konstantnim povećanjem prinosa zrna (Troyer i Hendrickson, 2007). Da bi ovakav trend bio zadržan, neophodno je bilo razvijati nove i učinkovitije metode selekcije.

Obzirom da je svako područje okarakterisano sklopom agroekoloških uslova, pri takvim uslovima se menjala i adaptirala germplazma kukuruza. Izučavanje germplazme kukuruza kao *genetic pool*-a iz kojeg je trebalo pronaći poželjne alele i genotipove je postala zadatak selekcije. Ovakav stav je doveo do stvaranja sintetik populacija, kao dugoročnog programa iz kojih bi se izolovali takvi genotipovi. Jedno od najvećih dostignuća ovakve orijentisanosti u javnom programu (*public breeding program*), koji se odigravao na univerzitetima SAD, je stvaranje BSSS sintetik populacije i prvih javnih inbred linija B-14 i B-37 visokih kombinacionih sposobnosti (Gethi i sar., 2002). Javne linije, koje su proizišle iz ovakvog programa nisu potpadale pod privatnu svojinu i mogle su se slobodno koristiti.

Selekcija kukuruza u SAD-u tokom XX veka prelazi u privatni sektor i razvija kompleks u kojem su sjedinjeni selekcija i semenarstvo. Ciljevi selekcije se ogledaju u stvaranju visokoprinosnih hibrida, radi njihove registracije od strane Sortne komisije i distribucije na tržište.

Semenarstvo i selekcija, danas predstavljaju združen kompleks, gde sa jedne strane nastaju nove hibridne kombinacije, dok sa druge strane posle ispitivanja novih F1 kombinacija i dobijanja rezultata, samo najbolji hibridi ulaze u proces umnožavanja i prodaje F1 semena na tržište.

Semenarstvo se može definisati kao delatnost u okviru poljoprivrede, koja ima za cilj održavanje i umnožavanje roditeljskih komponenti i proizvodnju komercijalnog semena (Gatarić, 1999). Semenarstvo propisuje niz osobina i testova koje roditeljske komponente

moraju ispuniti pre šire upotrebe. U najvažnije osobine spada rodnost inbred linija *per se*. Inbred linije, korišćene u semenarstvu moraju se odlikovati visokom rodnošću (najmanje 3 t/ha) i što većom tolerantnošću na stresna delovanja abiotičkih i biotičkih faktora. Druga važna osobina je jalovost roditeljskih komponenti. Ona je veoma nepovoljna osobina i najčešće nastaje pod uticajem abiotičkih faktora: nepovoljnim povećanjem gustine biljaka i nepodudarnosti u cvetanju. Kao rezultat toga, javljaju se biljke sa neoplođenim, šturim i slaboplođenim klipom (Ostić i Radanović, 2012).

Selekcija na toleratnost i otpornost genotipova kukuruza prema uzročnicima bolesti, a ne samo na prinos zrna i kvantitativna svojstva, je prateća obaveza selekcionera. 60-ih godina XX veka praksa u proizvodnji kukuruza se pomera u smislu dodavanja većih količina azotnih đubriva, ali i pojačane primene hemijskih sredstava protiv korova, insekata i uzročnika bolesti (Cardwell, 1982; Ers, 1994; Daberkow i sar., 2000; Fernandez-Cornejo, 2004). Međutim, i pored primene hemijskih preparata u suzbijanju prourokovača bolesti i štetočina, akcenat se stavlja na iznalaženje gena i genotipova za prirodnu tolerantnost i otpornost.

Agroekološki uslovi za proizvodnju semenskog kukuruza ne razlikuju se od agroekoloških uslova za proizvodnju merkantilnog kukuruza. Važno je, međutim, napomenuti da je semenski kukuruz osetljiviji na nepovoljne činioce u pogledu temperature, padavina i vlažnosti vazduha. Ova osetljivost je posebno izražena u fazi oplodnje i nalivanja zrna (Boćanski i sar., 2008).

## **2.7. Stabilnost prinosa useva**

Pored visokog prinosa, posebna pažnja se posvećuje ispitivanju parametara stabilnosti prinosa ispitivanih hibrida. Za komercijalni hibrid je bitno da visok prinos bude praćen maksimalnom stabilnošću prinosa kako u agroekološko povoljnim, tako i nepovoljnim uslovima.

Klimatske promene stavljaju težak zadatak pred selekcionere u smislu predviđanja budućih uslova gajenja kukuruza i ostalih poljoprivrednih vrsta. Prosečan period potreban za stvaranje hibrida je 7-10 godina (Borojević, 1981), a sam selekcioner mora pratiti

promenu klimatskih i agroekoloških uslova za hibride koje stvara, stvarajući ideotip hibrida za naredni period njegove primene u proizvodnji. Prilikom ispitivanja novih hibrida, neophodno je uraditi statističke analize, sa kojima se dolazi do zaključaka o kvalitetu novostvorenih hibrida.

Jedan od načina provere stabilnosti hibrida jeste testiranje istih na što veći broj lokacija. Testiranjem hibrida na stabilnost, može se desiti da najprinosniji hibridi pokazuju ispod prosečnu stabilnost (Babić i sar., 2006). Visoka stabilnost genotipova spada među najpoželjnije osobine, kao jedan od glavnih preduslova za širenje istih za kultivaciju na velikim površinama (Singh i Choudhary, 1976).

Dosadašnji rezultati o stabilnosti prinosa zrna na teritoriji Republike Srbije, pokazuju da hibridi srednje ranih grupa zrenja (FAO 300-400) pokazuju bolju adaptiranost na lošije uslove gajenja. Ovi hibridi postižu zadovoljavajuće prinose, dok nizak sadržaj vlage u zrnu za vreme berbe omogućava kombajniranje direktno u zrnu ili berbu u klip. Hibridi kasnijih grupa zrenja (FAO 500-700), sa druge strane, postižu više prinose i pokazuju bolju adaptiranost na bolje uslove gajenja (Pavlov i sar., 2011; Čamdžija i sar., 2012; Jovanović i sar., 2013).

## **2.8. Primena molekularnih markera u oplemenjivanju kukuruza**

Interdisciplinarnost u nauci vezana je za drugu polovinu dvadesetog veka i predstavlja veliki pomak u selekciji kukuruza. Sve većim razvojem nauke i tehnologije briše se jasna granica između pojedinih naučnih disciplina i sve se više stavlja akcenat na interdisciplinarnost. Razvoj biotehnologije je omogućio preko molekularnih markera uvid u samu osnovu naslednih informacija, tj. DNK.

Klasično oplemenjivanje, kada je u cilj ispitivanje nepoznatog materijala, zahteva umnožavanje materijala, tj. samooplodnju velikog broja linija, brojna ukrštanja zatim testiranje hibrida, kako bi se došlo do podataka o sličnosti odnosno razlika ispitivanih linija. Poljski deo ovakvog pristupa u mnogome poskupljuje selekciju, naročito kada se uzme u obzir vreme trajanja ispitivanja.

Alternativa ocenjivanju velikog broja linija na bazi planskih ukrštanja bilo bi razvrstavanje linija po heterotičnim grupama zasnovano na genetičkim markerima. Ovakav pristup bi omogućio da se ispita veći broj linija za relativno kratko vreme, što bi povećalo efikasnost programa oplemenjivanja kukuruza (Pinto i sar., 2003).

Upotreba markera je postala nezaobilazan korak u otkrivanju polimorfizma. Marker koji otkrivaju polimorfizme na proteinskom nivou predstavljaju *biohemijske markere*, dok su oni koji pokazuju polimorfizam na nivou DNK, poznati kao DNK markeri. U oplemenjivanju se najviše koriste mikrosatelitski ili SSR markeri (*Simple Sequence Repeats*). Mikrosateliti su segmenti DNK, sačinjeni od nekoliko uzastopno ponovljivih motiva koji se sastoje od 2 do 6 baznih parova. Ovaj tip sekvenci može pokazati multialelnost u smislu razlika u broju ponovka (npr. (CAA)<sub>3</sub>, (CAA)<sub>5</sub>, (CAA)<sub>7</sub>, itd). Da bi se analizirala varijabilnost u dužini ovih regiona upotrebljavaju se specifični prajmeri koji čine granice mikrosatelitskih regiona. Nakon umnožavanja, razlika u njihovoj dužini utvrđuje se elektroforezom i naknadnim bojenjem.

U oplemenjivanju kukuruza glavna strategija se zasniva na modelu genetičke distance (GD), gde je heterozis superiornost koju ispoljava hibrid povezan sa genetičkom distancom roditeljskih komponente. Zavisnost između GD zasnovane na DNK markerima, prinosa dvolinijskih hibrida i heterozisa kod kukuruza su proučavali mnogi istraživači (Drinić i sar., 2002; Reif i sar., 2003; Barbosa i sar., 2003; Betran i sar., 2003; Xu i sar., 2004; Phumichai i sar., 2008; Kumari i sar., 2008; Balestre i sar., 2008; Pongai i sar., 2009; Srđić i sar., 2011). Drinić i sar. (2002) su ispitivali 12 samooplodnih linija kukuruza pomoću 23 SSR markera. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da su SSR markeri korisni za ocenu genetičke varijabilnosti i srodnosti samooplodnih linija kukuruza, ali još uvek ne i za pouzdano predviđanje heterozisa i kombinacionih sposobnosti.

Liu i sar. (2003) su analizirali 260 genotipova kukuruza uz pomoć 94 SSR markera, gde su bile zastupljene i njihove lokalne populacije. Istraživači su uspeli da razvrstaju genotipove u pet heterotičnih grupa. Pored različitih hetero grupa, dobili su i jednu mešovitu hetero grupu. Veoma značajan podatak je bio taj da su lokalne populacije pokazale visok nivo genetičke divergentnosti, te su kao takve izuzetno korisne u oplemenjivačkim programima.

Opšti zaključak pomenutih istraživača jeste da je efikasnost metoda GD visoka kada se u proučavanom materijalu nalaze hibridi, koji su dobijeni ukrštanjem srodnih linija ili hibridi dobijeni ukrštanjem i srodnih i nesrodnih linija. Sa druge strane, odnos između GD nesrodnih linija su od slabijeg praktičnog značaja za predviđanje heteroizisa (Mladenović Drinić i sar., 2012).



### 3. RADNA HIPOTEZA

Pri izboru materijala za ovu doktorsku disertaciju, pošlo se od pretpostavke da se odabrane linije, tj. majčinske komponente dobro kombinuju sa testerima, tj. očevima. Samim tim, očekuje se otkrivanje heterotičnih parova-hibrida koji će prema vrednostima ostvarenog prinosa spadati u kategoriju F1 hibrida kao kandidata za ogledne Sortne komisije Republike Srbije.

U skladu sa prethodnim, očekuje se da se ovim istraživanjem pronađu linije sa natprosečnim i statistički signifikantnim OKS vrednostima po najvažnijim fenotipskim osobinama. Pretpostavlja se da linije sa dobrim OKS vrednostima u ukrštanju sa nekim od testera mogu dati vrlo rodne hibride. Izračunate vrednosti OKS i PKS bi trebale da potpomognu i olakšaju selekciju kako inbred linija, tako i F1 hibrida.

Kada je u pitanju genetička varijansa i njena struktura u nasleđivanju osobina kod F1 hibrida, očekuje se da će neaditivna komponenta imati veći značaj u odnosu na aditivnu za većinu ispitivanih osobina, s obzirom na široku genetičku osnovu roditeljskih komponenti.

Postupak komercijalizacije test hibrida, mora pratiti i zadovoljavajuća semenarska proizvodnja, kako roditeljskih komponenti, tako i F1 hibrida. Stoga, očekuje se da linije koje ostvare najrodnije hibride imaju i dobre semenarske karakteristike, tj. da su: rodne i prinorne *per se*, nemaju izraženu jalovost, fitopatološki zdrave prema u našoj zemlji najčešćim prouzročivačima bolesti.

Preko korelacionih koeficijenata između prinosa i ostalih pomatranih i merenih osobina ispitivanog materijala, očekuje se utvrđivanja tesne korelacije između i prinosa i pojedinih osobina. Dalja selekcija u skladu sa tim rezultatima, bi trebala da ima za posledicu povećanje prinosa zrna i inbred linija i hibrida.

Heterozis prema boljem roditelju potrebno je računati radi provere heterotičnosti, kao i radi ocene genetičke udaljenosti korišćenog materijala. Očekuje se da hibridi nadmaše po vrednostima ispitivanih osobina svoje roditelje.

Primenom genetičkih markera na ispitivanom materijalu, utvrdiće se odnos genetičke distance, računane na osnovu rezultata SSR markera, i prinosa zrna F1 hibrida. Smatra se da primena SSR markera u određivanju genetičke divergentnosti materijala može biti od

velike pomoći, gde veća genetička distanca, po pravilu, ukazuje na veći heterozis. Očekuje se visoka i pozitivna korelacija između rezultata dobijenih u laboratorijskim i istraživanjima u poljskim ogledima, odnosno, između prinosa zrna posmatranih hibrida, ostvarenog heterozisa i genetičke distance inbred linija korišćenih u disertaciji.

Primenom statističke analize, izračunaće se parametar stabilnosti. Očekuje se da visoka stabilnost prati neke od najprinosnijih hibride u različitim agroekološkim uslovima, kao jedan od glavnih preduslova za njihovu distribuciju na šire rejone gajenja.

## 4. MATERIJAL I METOD RADA

### 4.1. Biljni materijal

Materijal ispitivan u ovoj doktorskoj disertaciji predstavlja deo selekcionog materijala Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, namenjen prvenstveno stvaranju visokorodnih hibrida kukuruza. Inbred linije, tj. majčinske komponente potiču iz tri izvora. Ukupan broj majčinskih komponenti čini 15 inbred linija (pet linija po izvoru).

Prvi izvor genotipova kukuruza dobijen je iz F2 populacije samooplodnjom elitnog komercijalnog hibrida. Prvi izvor čine linije A1, A2, A3, A4 i A5. Inbred linije iz ovog izvora prema dužini vegetacionog perioda pripadaju grupi zrenja FAO 600.

Drugi izvor genotipova kukuruza je čiste BSSS osnove. Za dobijanje ovog materijala, koristila se F2 populacija dobijena ukrštanjem javnih inbred linija B 14 i B 84. Drugi izvor čine linije B1, B2, B3, B4 i B5. Linije iz ovog izvora, koje su odabrane za rad u ovoj disertaciji pripadaju grupi zrenja FAO 500.

Treći izvor genotipova kukuruza je nečiste BSSS genetičke osnove. Osnovu ovog izvora čini javna inbred linija B 14. Institut za kukuruz „Zemun Polje“ je dugi niz godina poslovao na farmi u Zambiji, gde je sprovodio zimsku generaciju. Suptropski materijal iz tog područja je korišćen u ovom izvoru, pomešan je sa B 14 linijom i dobijene su inbred linije C1, C2, C3, C4 i C5. Linije iz ovog izvora, prema dužini vegetacionog perioda pripadaju grupi zrenja FAO 400.

Svih 15 inbred linija su ukrštene sa tri elitna testera Lancaster osnove i dobijeno je 45 F1 hibrida. U istraživanju su korišćene inbred linije (majke), testeri (očevi) i njihovi F1 hibridi (Tabela 2). Testeri korišćeni u disertaciji su inbred linije, koje se koriste za proizvodnju više komercijalnih hibrida Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, među njima: ZP 341, ZP 434, ZP 454, ZP, 555, ZP 560, ZP 600, ZP 606, ZP 666 i ZP 684.

Tester su:

L255/75-5; inbred linija grupe zrenja FAO 400 (Z1 -oznaka)

L325/75-2; inbred linija grupe zrenja FAO 600 (Z2 -oznaka)

L155/18-4/1; inbred linija grupe zrenja FAO 500 (Z3 -oznaka)

Tabela 2. Pregled korišćenih inbred linija (majki) i očeva (testera) i njihovih F1 hibrida korišćenih u radu

Linije (majke)	Testeri (očevi)		
	Z1	Z2	Z3
A1	A1 × Z1	A1 × Z2	A1 × Z3
A2	A2 × Z1	A2 × Z2	A2 × Z3
A3	A3 × Z1	A3 × Z2	A3 × Z3
A4	A4 × Z1	A4 × Z2	A4 × Z3
A5	A5 × Z1	A5 × Z2	A5 × Z3
B1	B1 × Z1	B1 × Z2	B1 × Z3
B2	B2 × Z1	B2 × Z2	B2 × Z3
B3	B3 × Z1	B3 × Z2	B3 × Z3
B4	B4 × Z1	B4 × Z2	B4 × Z3
B5	B5 × Z1	B5 × Z2	B5 × Z3
C1	C1 × Z1	C1 × Z2	C1 × Z3
C2	C2 × Z1	C2 × Z2	C2 × Z3
C3	C3 × Z1	C3 × Z2	C3 × Z3
C4	C4 × Z1	C4 × Z2	C4 × Z3
C5	C5 × Z1	C5 × Z2	C5 × Z3

#### 4.2. Agronomska svojstva i prinos zrna

Radi određivanja kombinacionih sposobnosti ispitivanog materijala mereni su prinos zrna i komponente prinosa, odnosno agronomske osobine roditeljskih komponenti i njihovih hibrida.

Visina biljke i visina gornjeg klipa (prvi klip od metlice) su mereni kod 10 slučajno odabranih biljaka u okviru svake parcele.

Parametri: dužina klipa, broj redova zrna na klipju, broj zrna u redu, dubina zrna su mereni na 10 slučajno odabranih klipova sa svake parcele.

Masa hiljadu zrna računata je preko mase 200 zrna (merena iz tri ponavljanja) i za preračun dobijenih vrednosti na 14% vlage je primenjena sledeća formula:

$$\left( A - (\% \text{ vl} - 14) \times \frac{A}{100} \right) \times 5$$

A – prosečna vrednost mase 200 zrna i

% vl – procenat vlažnosti zrna u trenutku merenja mase 200 zrna.

Prinos klipova bez komušine meren je po parceli i uzet je uzorak od pet klipova za merenje vlage, težinu uzorka i oklaska. Prinos klipova sa parcele je preračunat u prinos zrna u t/ha sa 14 % vlage uz pomoć sledeće formule:

$$\left(\frac{10}{A}\right) \times B \times \left(\frac{C - D}{C}\right) \times \left(\frac{100 - E}{86}\right)$$

A- površina elementarne parcele u m<sup>2</sup>

B- težina uzorka svih klipova sa parcele

C- težina uzorka pet klipova

D- težina oklaska, nakon krunjenja pet klipova

E- sadržaj vlage zrna u momentu berbe, računat od zrna sa okrunjenih klipova

ASI – *Anthesis-silking interval*. Period od metličenja do svilanja svakog genotipa je meren u danima za svaku parcelu. Pod datumom metličenja tj. svilanja podrazumeva se dan kad bar 50 % biljaka izmetliči tj. isvila, a ASI se računao kada od dana do svilanja majke oduzmemo dane do metličenja oca (Edmeades i sar., 2000). Smatra se da je biljka izmetličila ili isvilala ukoliko je bar jedna antera na metlici ili svilka na klipu vidljiva.

Sortna Komisija prilikom ispitivanja novih hibrida kukuruza, osim obaveznog DUS testa, testira hibride i roditelje na najbitnije parametre koje novopriznati hibrid mora da zadovolji kako bi bio priznat. Neki od neophodnih parametrara koje zatražuju Sortna komisija i semenarstvo kod priznavanja i eventualnog umnožavanja novog hibrida kukuruza su računati u radu:

Prosečan prinos zrna i vlaga u momentu berbe inbred linija i hibrida sa šest ispitivanih lokaliteta su računati za svaki genotip. Sadržaj vlage u zrnu u momentu berbe (%) je meren na uzorku od pet klipova, koji je uzet od svakog genotipa u laboratoriji na vlagomeru Dickey John GAC 2100 Agri Moisture Tester. Sadržaj vlage u zrnu u periodu berbe determiniše i klasifikuje hibride u različite grupe zrenja. Interval variranja sadržaja vlage u zrnu ispitivanih hibrida je podeljen na tri jednaka dela, gde prvoj trećini odgovaraju hibridi FAO 400, drugoj FAO 500 i trećoj FAO 600 grupe zrenja. Inbred linije i hibridi koji se odlikuju najvišim prinosom i odgovarajućom vlagom bi bili kandidati za dalji proces komercijalizacije.

Kao polegale biljke, ocenjene su one koje su nagnute pod uglom od 30° i više u odnosu na vertikalnu, dok se slomljenom biljkom smatra ona koja je polomljena ispod nodusa koji nosi gornji klip. Podatak o broju poleglih i slomljenih biljaka je veoma bitan jer taj odnos prema pravilima Sortne komisije Republike Srbije ne sme da pređe 5 procenata.

Hektolitarska masa je računata za roditeljske komponente. Jalovost roditeljskih komponenti je računata kao broj klipova po inbred liniji. Ova osobina je određena neposredno posle berbe. Hektolitarska masa je računata preko uređaja Dickey John, model GAC 2000 Grain Analysis Computer.

Fitopatološke analize semena su urađene po sledećoj metodologiji: Od svakog genotipa ispitivano je po 30 semena. Semena korišćena za fitopatolšku analizu dobijena su iz ogleda koji su izvedeni na sva tri lokaliteta tokom 2011. godine. Za analizu je korišćen srednji uzorak, dobijen spajanjem dva ponavljanja. Semena su sterilisana u 1% natrijum hipohloritu u trajanju od 3 minute, a zatim tri puta isprana destilovanom vodom i prosušena između dva sloja mekog papira. Sterilisana semena su raspoređena, po pet, u Petrijevoj kutiji na krompir dekstroznu podlogu i inkubirana pri sobnim uslovima temperature (15-20°C) i svetlosti (16h). Nakon sedam dana urađena je identifikacija gljiva pregledom razvijenih kolonija semena pod malim uvećanjem (8-13x) mikroskopa Opton. Identifikacija gljiva izvešena je prema Burgess i sar. (1994) i Singh i sar. (1991).

Svi parametri koji su računati za potrebe praktične selekcije i semenarstva su računati kao zbirni rezultati za obe ispitivane godine.

### **4.3. Postavka poljskih ogleda**

Ispitivani hibridi kukuruza i roditeljske komponente su sejani zajedno na tri lokaliteta u dve godine po slučajnom rasporedu u dva ponavljanja prema planu podeljenih parcela (split-plot blok sistem). Svaka lokacija, odnosno ogled se sastojao se od dva bloka (Slika 1). Prvi blok je bio sačinjen od hibrida, a drugi od roditeljskih komponenti ispitivanih hibrida. Blokovi su sejani jedan pored drugog, a granicu između njih su činila četiri reda zaštite, dva zaštitna reda hibrida (ZH) i dva zaštitna reda inbred linija (ZL). Zaštitni redovi između i okolo blokova su primenjeni da bi se izbeglo zasenjivanje bloka sa





Slika 2. Ručna setva ogleda na lokalitetu Srbobran 2010. godine



Slika 3. Ručna berba ogleda na lokalitetu Srbobran 2010. godine



Količina padavina u julu mesecu je bila dovoljna, dok je avgust mesec bio period suše. Na lokalitetu Srbobran 2010. godine situacija je bila ista za temperaturni režim u julu i avgustu, ali su padavine bile suprotno raspodeljene pa je avgust mesec pored visokih temperatura bio kišovit, a jul sa malom količinom padavina. 2011.godina je bila nepovoljnija za proizvodnju kukuruza na sva tri lokaliteta. Temperature u julu, kao rizičnom mesecu za cvetanje i polinaciju kukuruza je prelazila 37°C na sva tri lokaliteta, dok je u avgustu temperatura dosegla 39°C na lokalitetu Srbobran. Režim padavina je bio nepovoljniji u odnosu na prvu godinu testiranja. Pogotovu se takva situacija odnosi na avgust mesec gde na sva tri lokaliteta količina vodenog taloga nije bila viša od 10 mm.

#### 4.4. Biometrijska analiza podataka

Dobijene vrednosti prinosa zrna i kvantitativnih osobina su korišćene za računanje kombinacionih sposobnosti (OKS i PKS), oblika delovanja gena u nasleđivanju date osobine kod F1 hibrida prema linija  $\times$  tester metodi sa opcijom koja uključuje i roditelje (Singh i Chaudhary, 1976).

Prvi korak u metodi linija  $\times$  tester je analiza varijanse - ANOVA, kojom se utvrđuje značajnost razlike između genotipova (tretmana) po ispitivanom kvantitativnom svojstvu (Tabela 3). Suma kvadrata tretmana predstavlja sve genotipove korišćene u ogledu (i roditelje i njihove hibride). Ukoliko je izračunata vrednost značajna ili visoko značajna, analiza linija  $\times$  tester se nastavlja.

Tabela 3. ANOVA linija  $\times$  tester analize

Izvor Varijacije	Stepeni slobode(r)	Suma kvadrata(SS)	Sredina kvadrata (MS)	F vrednost
<b>Ponavljanja</b>	n pon-1	SS pon	SS pon/r pon	MS pon/MS gr
<b>Tretmani (Genotipovi)</b>	n tret-1	SS tret	SS tret/r tret	MS tret/MS gr
<b>Greška</b>	r total-r pon-r tret	SS gr	SS gr/r gr	
<b>Total</b>	n pon $\times$ n tret-1	SS total		

Nastavak se svodi na rasčlanjivanje sume kvadrata tretmana (i roditelja i hibrida) na sumu kvadrata roditelja i sumu kvadrata roditelja preko ukrštanja, sumu kvadrata ukrštanja, dok se dalje suma kvadrata ukrštanja dalje rasčlanjuje na sumu kvadrata linija, sumu

kvadrata testera i sumu kvadrata linija  $\times$  tester. Tabela 4. prikazuje kompletno rasčlanjenu ANOVA-u.

Tabela 4. Tabela linija  $\times$  tester ANOVA (uključujući i roditelje) sa rasčlanjenim sumama kvadrata tretmana

Izvor Varijacije	Stepeni slobode (r)	Suma kvadrata (SS)	Sredina kvadrata (MS)	F vrednost
<b>Ponavljanja</b>	n pon-1	SS pon	SS pon/r pon	MS pon/MS gr
<b>Tretmani</b>	n tret-1	SS tret	SS tret/r tret	MS tret/MS gr
<b>Roditelji</b>	n rod-1	SS rod	SS rod/r rod	MS rod/MS gr
<b>Ocena roditelja preko ukrštanja (Rvs.U)</b>	r tret-r ukr-r rod	SS r.u.	SS r.u./r r.u.	MS r.u./MS gr
<b>Ukrštanja</b>	n ukr-1	SS ukr	SS ukr/r ukr	MS ukr/MS gr
<b>Linije</b>	n lin-1	SS lin	SS lin/r lin	MS lin/MS l $\times$ t
<b>Tester</b>	n test-1	SS test	SS test/r test	MS test/MS l $\times$ t
<b>Linije <math>\times</math> tester</b>	r ukr-r lin-r test	SS l $\times$ t	SS l $\times$ t/r lxt	MS l $\times$ t/MS gr
<b>Greška</b>	r total-r pon-r tret	SS gr	SS gr/r gr	
<b>Total</b>	n pon $\times$ n tret-1	SS total		

Posle dobijanja kompletne tabele ANOVA, prelazi se na računanje kombinacionih sposobnosti, oblika delovanja gena u formiranju/ekspresiji ispitivane kvantitativne osobine: Opšta kombinaciona sposobnost (OKS) se računa prema formuli:

a) za linije:

$$g_i = \frac{x_{i..}}{tr} - \frac{x_{...}}{ltr}$$

gde je  $g_i$  OKS i-te linije;  $x_{i..}$  ukupna vrednost (total) i-te linije u ukrštanjima sa testerima;  $x_{...}$  ukupna vrednost svih ukrštanja;  $l$  je broj ispitivanih linija;  $t$  je broj korišćenih testera;  $r$  je broj ponavljanja u ogledu. Uzima se da je suma OKS svih linija jednaka nuli (nulta hipoteza):

$$\sum g_i = 0$$

b) za testere:

$$g_j = \frac{x_{.j.}}{lr} - \frac{x_{...}}{ltr}$$

$g_j$  je OKS  $j$ -tog testera;  $x_{.j.}$  ukupna vrednost (total)  $j$ -tog testera u ukrštanjima sa linijama.

Uzima se da je suma OKS svih testera jednaka nuli (nulta hipoteza):

$$\sum g_j = 0$$

Vrednosti posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS) za ukrštanja se računaju prema formuli:

$$s_{ij} = \frac{x_{ij.}}{r} - \frac{x_{i..}}{tr} - \frac{x_{.j.}}{lr} + \frac{x_{...}}{ltr}$$

gde je  $s_{ij}$  PKS vrednost određenog ukrštanja;  $x_{ij.}$  total vrednosti za ukrštanje  $i$ -te linije sa  $j$ -tim testerom. Za proveru, suma svih PKS vrednosti za ukrštanja treba da bude:

$$\sum_i s_{ij} = \sum_j s_{ij} = \sum_i \sum_j s_{ij} = 0$$

Genetičke komponente, aditivna varijansa i varijansa dominacije za prinos zrna i agronomske osobine su izračunate preko kovarijanse polusrodnika (HS) i punih srodnika (FS).

Kovarijanse polusrodstva linija:

$$CovHS(linija) = \frac{MS_l - MS_{lxt}}{rxt}$$

Kovarijanse polusrodstva testera:

$$CovHS(tester) = \frac{MS_t - MS_{lxt}}{rxl}$$

Kovarijanse proseka polusrodstva:

$$CovHS(prosek) = \frac{1}{r(2lt - l - t)} \left[ \frac{(l-1)(MS_l) + (t-1)(MS_t)}{1+t-2} \right] - MS_{lxt}$$

Kovarijanse punog srodstva:

$$CovFS = \frac{(MS_l - MS_e) + (MS_t - MS_e) + (MS_{lxt} - MS_e)}{3xr} + \frac{6rCovHS - r(1+t)CovHS}{3r}$$

Na osnovu dobijenih kovarijansi se računa varijansa OKS ( $\sigma^2_{OKS}$ ) i PKS ( $\sigma^2_{PKS}$ ):

$$\sigma^2_{oks} = CovHS(prosek) = \left[ \frac{1+F}{4} \right]^2 \sigma_a^2$$

$$\sigma^2_{pks} = \frac{MS_{lxt} - MS_e}{r} \text{ tj. } \sigma^2_{pks} = \left[ \frac{1+F}{2} \right]^2 \sigma_d^2,$$

gde je F - Koeficijent inbridinga.

F vrednost u linija  $\times$  tester analizi se kreće između 0 i 1, u zavisnosti od stepena inbridinga (homozigotnosti) korišćenih roditeljskih komponenti. U ovom slučaju je njegova vrednost je 1, jer su korišćene čiste inbred linije.  $\sigma_a^2$  i  $\sigma_d^2$  predstavljaju vrednosti aditivne i neaditivne varijanse.

Preko odnosa varijansi OKS i PKS, određuje se oblik delovanja gena. Ukoliko taj odnos prelazi vrednost 1, u formiranju ispitivane kvantitativne osobine kod F1 hibrida predominantnu ulogu ima aditivna varijansa, odn. ukoliko je ta vrednost niža od jedinice, u formiranju ispitivane kvantitativne osobine kod F1 hibrida predominantnu ulogu ima neaditivna varijansa.

Prosti korelacioni koeficijenti između prinosa i komponenti prinosa računati su po Pearson-u.

$$r_{xy} = \frac{\sum[(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

$x_i$  i  $y_i$  – vrednosti ispitivanih osobina na individuama iz uzorka

$\bar{x}$  i  $\bar{y}$  – srednje vrednosti osobina

Značajnost dobijenih koeficijenata je testirana prema broju stepeni slobode  $df=n-2$  iz statističke tablice za kritične vrednosti za ispitivanje Pearson-ovih koeficijenata korelacije.

Heterozis (H) za ispitivane osobine je određivan u odnosu na boljeg roditelja za 2010. i 2011. godinu ponaosob prema formuli:

$$H = \frac{F1 - BP}{BP} * 100$$

gde je:

F1 – prosečna vrednost F1 generacije

BP – prosečna vrednost boljeg roditelja

Značajnost vrednosti heterozisa testirana je t-testom po formuli predloženoj od strane

Wynne i sar. (1970) i to za svaki genotip ponaosob:

$$t = \frac{F1 - BP}{\frac{1}{2} - \sqrt{MSe}}$$

gde je EMS = sredina kvadrata greške

Ocena parametara stabilnosti hibrida je izvršena primenom metode Eberhart i Russell-a (1966) za dve godine i tri lokaliteta.

Navedeni metod polazi od hipoteze da je:

$$Y_{ij} = n_i + b_i I_j + d_{ij}$$

gde je:

$Y_{ij}$  – prosečan prinos i-tog genotipa u j-tom lokalitetu

$n_i$  – prosečan prinos i-tog genotipa na svim lokalitetima

$b_i$  – regresioni koeficijent spoljne sredine i genotipa, predstavlja odnos genotipa prema spoljnoj sredini

$I_j$  – Indeks spoljne sredine kao prosek svih genotipova u j-tom lokalitetu umanjenom prema ukupnom proseku

$d_{ij}$  – devijacija od regresije i-tog genotipa na j-tom lokalitetu

Regresioni koeficijent ( $b_i$ ) pokazuje odgovor genotipa na spoljnu sredinu. Kada je  $b_i=1$  tada je prosečna stabilnost ispitivanog genotipa ujednačena i pod uticajem povoljnih i loših faktora spoljnje sredine; kada je  $b_i>1$  genotip je prosečno stabilniji samo u povoljnim uslovima spoljnje sredine i u tim uslovima ostvaruje dobre rezultate, a kada je  $b_i<1$  genotip

se bolje ponaša u lošijim uslovima spoljnje sredine i u takvim uslovima ostvaruje bolje rezultate u odnosu na ostale hibride.

#### **4.5. Molekularna analiza roditeljskih inbred linija**

Za određivanje genetičke distance između ispitivanih inbred linija primenjena je tehnika SSR markera. Izolacija DNK rađena je po izmenjenom protoklu *Saghai i Maroof* (1984). Za dobijanje uzorka za izolaciju DNK korišćen je kataskapt (mlin za razdvojeno mlevenje svakog zrna ponaosob sa kapacitetom od 96 zrna). Od svakog genotipa je uzeto po pet zrna i samleveno zasebno. Potom je od svakog samlevenog zrna uzet deo i napravljen je jedinstven uzorak. Od jedinstvenog uzorka je odmereno 0,3 g za izolaciju DNK. Zatim su dodati 2xCTAB pufer, 100mM Tris, pH 8,0; 20mM EDTA, pH 8,0; 14M NaCl; 1% PVP u odnosu na tkivo-pufer 1:1 kao i 1xCTAB pufer, u odnosu na tkivo-pufer 1:2. Oba pufera prethodno su bila zagrejana na 65°C u vodenom kupatilu. Dodata je ista zapremina Sevagovog reagensa (hloroform: izoamilalkohol 24:1) i mućkano do dobijanja emulzije. Emulzija je centrifugirana 2min/12000 rpm, a supernatant je prebačen u novu ependorf epruvetu. Zatim je dodato 1/10 zapremine 10% CTAB pufera (10% CTAB, 0,7 M NaCl) i ponovljena deproteinizacija Sevagovim reagensom. Emulzija je centrifugirana 2min/12000rpm, a supernatant prebačen u novu ependorf epruvetu. Dodata je ista zapremina pufera za precipitaciju i uzorci su blago promućkani i ostavljeni na sobnoj temperaturi 5-15 minuta da se precipitiraju. Talog je dobijen centrifugiranjem 2min/12000 rpm. Uzorak je zatim resuspendovan u *high salt* TE puferu, a resuspenzija je inkubirana 10 min/65°C u vodenom kupatilu. Potom su dodate dve zapremine hladnog 96% etanola, a uzorci su stavljeni da se precipitiraju 30 minuta na temperaturi od -20°C.

Tabela 5. SSR markeri, njihova lokacija na mapi hromozoma (bin broj) i sekvence prajmera

SSR lokus	Bin broj	Sekvence prajmera
<b>bnlg 1643</b>	1.08	5'-ACCACCGTCCACCTCCAC-3' 5'-ATTGACCCCGTGACCCTC-3'
<b>phi 033</b>	9.01	5'-ATCGAAATGCAGGCGATGGTTCTC-3' 5'-ATCGAGATGTTCTACGCCCTGAAGT-3'
<b>umc 1526</b>	2.08	5'-TTTTACAAGCGTGAGAGCAAGAAA-3' 5'-AACTGTCTGGAACAAGAAACCGAG-3'
<b>bnlg 1350</b>	3.08	5'-TGCTTCAGCGCATTAAACTG-3' 5'-TGCTCGTGTGAGTTCCTACG-3'
<b>umc 1140</b>	3.08	5'-CGAGCAAAGAGAGGGAGAGAGA-3' 5'-GCCTCTACCACCTCGTCCATC-3'
<b>umc 1265</b>	2.02	5'-GCCTAGTCGCCTACCCTACCAAT-3' 5'-TGTGTTCTTGATTGGGTGAGACAT-3'
<b>phi 087</b>	5.06	5'-GAGAGGAGGTGTTGTTTGACACAC-3' 5'-ACAACCGGACAAGTCAGCAGATTG-3'
<b>umc 1019</b>	5.06	5'-CCAGCCATGTCTTCTCGTTCTT-3' 5'-AAACAAAGCACCATCAATTCCG-3'
<b>umc 1126</b>	2.08	5'-CAACAGGGTGAACCCTCTGTAATT-3' 5'-AATATGGTGTGTGATTTGCATCG-3'
<b>umc 1394</b>	3.01	5'-CCCGAGTCAGAAAAACATTCATT-3' 5'-CCTAACCTGAAGAAGGGAGGTCAT-3'
<b>bnlg 1443</b>	6.05	5'-TACCGGAATCCTCTTTGGTG-3' 5'-TTTGACAACCTCTTCCAGGG-3'
<b>umc 1859</b>	6.06	5'-ATATACATGTGAGCTGGTTGCCCT-3' 5'-GCATGCTATTACCAATCTCCAGGT-3'
<b>umc 1695</b>	7.00	5'-CAGGTAATAACGACGCAGCAGAA-3' 5'-GTCCTAGGTTACATGCGTTGCTCT-3'
<b>umc 1400</b>	3.05	5'-TTACCAATTGTATCCATCACACCG-3' 5'-ACAACATAGCAGCCATCCTACTCG-3'
<b>umc 1799</b>	7.06	5'-GTGATGAATAATGTCCCAATTCC-3' 5'-GGACAGATGTCTGGAGATTGCTTT-3'
<b>umc 1782</b>	7.04	5'-CGTCAACTACCTGGCGAAGAA-3' 5'-TCGCATACCATGATCACTAGCTTC-3'
<b>umc 1040</b>	9.01	5'-CATTCACTCTCTTGCCAACTTGA-3' 5'-AGTAAGAGTGGGATATTCTGGGAGTT-3'
<b>umc 1492</b>	9.04	5'-CTGCTGCAGACCATTTGAAATAAC-3' 5'-GAGACCCAACCAAACTAATAATCTCTT-3'
<b>umc 1957</b>	9	5'-CATGATCGCCGGGATTAATACTAC-3' 5'-GTCCAAGGACGACGATTACGAC-3'
<b>umc 2047</b>	1.09	5'-GACAGACATTCCTCGCTACCTGAT-3' 5'-CTGCTAGCTACCAAACATTCCGAT-3'
<b>bnlg 2235</b>	8.02	5'-ATCCGGAGACACATTCTTGG-3' 5'-CTGCAAGCAACTCTCATCGA-3'

Uzorci u tubama su potom centrifugirani 15 min/12000rpm, a talog je ispran sa 1 ml hladnog 75% etanola i centrifugiran 5 min/12000 rpm. Talog je sušen na vazduhu 10 min

na sobnoj temperaturi i rastvoren u 20-100 $\mu$ l 0,1 TE pufera. Genomska DNK do upotrebe je čuvana u zamrzivaču na -20°C. Koncentracija izolovane DNK merena je spektrofotometrijski.

Kao marker za procenu veličine PCR produkata korišćen je 20bp DNA Ladder (O'RangeRuler 20 bp DNA Ladder-Thermo Scientific) sa gradacijom 20-300 bp. Ukupno 21 SSR prajmer je korišćen za analizu genotipova (Tabela 5). Oni su odabrani iz MaizeDB baze podataka na osnovu podataka o polimorfnosti dobijenih prethodnom analizom materijala sličnog genetičkog porekla i na osnovu raspoređenosti po hromozomima sa bar jednim prajmerom po hromozomu. Svaki prajmer je označen bin brojem, koji označava njegovu poziciju u okviru genoma kukuruza ([http://www.maizegdb.org/cgi-bin/bin\\_viewer.cgi](http://www.maizegdb.org/cgi-bin/bin_viewer.cgi)). Prisustvo/odsustvo traka na gelu prevedeno je u binarnu formu, tako da „1“ označava prisustvo specifičnog alela u genotipu, dok „0“ označava odsustvo istog.

Parnim poređenjem uzoraka na osnovu prisustva/odsustva alela izračunat je *Simple Matching* (SM) koeficijent. Vrednosti genetičke distance dobijene su preko koeficijenata sličnosti (od 1 se oduzima vrednost koeficijenta genetičke sličnosti). Koeficijent sličnosti po *Simple Match*-u uzima u obzir i alele koji se ne pojavljuju ni kod jednog od dva genotipa. Po Balestre i sar. (2008), *Simple Match* koeficijent je pouzdaniji za grupisanje genotipova na osnovu genetičke sličnosti. Formule za računanje pomenutih koeficijenata su sledeće:

$$SM = \frac{a + d}{a + b + c + d}$$

a - broj alela koji se pojavljuju kod oba genotipa

b - broj alela koji se pojavljuje samo kod prvog genotipa

c - broj alela koji se pojavljuje samo kod drugog genotipa i

d - broj alela koji se ne pojavljuje ni kod jednog od genotipova.

Na osnovu dobijenih matrica sličnosti urađena je hijerarhijska klaster analiza po UPGMA (*Unweighted Pair-group Mean Arithmetic*) metodi u programu NTSYS-pc 2.1 (Rohlf, 2000).



Koeficijent korelacije ranga po Spearman-u (Hadživuković, 1973) je računat kako bi se odredila međuzavisnost genetičke distance, heterozisa za prinos zrna i vrednosti PKS. Za računanje koeficijenta korelacije je formirana tabela sa vrednostima koeficijenata GD između roditeljskih kombinacija, njihovih PKS vrednosti i vrednosti heterozisa za prinos zrna (od A1 × Z1 do C5 × Z3), iz koje je računat koeficijent korelacije ranga po Spearman-u:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum di^2}{n(n^2 - 1)}$$

gde je:

$r_s$  – koeficijent korelacije po Spearman-u

$d_i$  – razlika između pojedinačnih rangova posmatranih promenljivih X i Y

$n$  – broj posmatranja

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 5.1. Srednje vrednosti i kombinacione sposobnosti

#### 5.1.1. Visina biljke

Kod ispitivanih linija, testera i njihovih hibrida, ANOVA je pokazala da postoji visoko značajno variranje po visini biljke (Tabela 6) u svim izvorima variranja. Jedino parametar linija × tester ne pokazuje značajno variranje, osim na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine.

Tabela 6. Značajnost variranja visine biljke ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		Lokalitet					
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	**	**	**	**	**	**
<b>(R vs. U)</b>	1	**	**	**	**	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	**	**	**	**	**	**
<b>Linije, majke</b>	14	**	**	**	**	**	**
<b>Tester, očevi</b>	2	**	**	**	**	**	**
<b>Linija × tester</b>	28	ns	ns	ns	ns	**	ns

<sup>1</sup>df- stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\*- statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Vrednosti visine biljke roditeljskih komponenti i njihovih hibrida se nalaze u Tabelama 7. i 8. Od majčinskih komponenti linija A4 se istakla kao najviša linija (Školsko dobro i Srbobran u 2010. i Srbobran u 2011. godini). Linija C1 se izdvaja kao najviša linija na lokalitetima Zemun Polje i Školsko dobro 2011., a linija A2 na lokalitetu Zemun Polje 2010. godine.

Tabela 7. Vrednosti roditeljskih komponenti za visinu biljke (cm)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>A1</b>	203,4	185,9	193,7	178,6	175,3	206,3
<b>A2</b>	218,0	188,2	205,3	192,5	197,7	201,5
<b>A3</b>	200,9	168,2	179,1	195,4	192,4	200,8
<b>A4</b>	201,9	203,0	211,7	197,5	199,4	216,3
<b>A5</b>	211,4	182,9	181,8	188,1	174,7	197,3
<b>B1</b>	207,6	180,3	168,7	174,1	175,3	180,3
<b>B2</b>	195,8	168,3	162,7	152,8	160,6	162,0
<b>B3</b>	199,5	176,7	190,9	172,9	176,5	181,3
<b>B4</b>	185,9	177,9	188,0	159,3	164,5	170,8
<b>B5</b>	195,4	167,5	162,5	176,3	179,4	180,8
<b>C1</b>	205,4	175,3	152,7	205,0	201,8	205,8
<b>C2</b>	177,9	162,5	158,6	175,5	191,8	196,7
<b>C3</b>	188,6	182,0	141,1	176,1	167,2	174,0
<b>C4</b>	190,8	167,4	179,5	175,7	181,2	178,3
<b>C5</b>	187,2	157,3	147,7	171,8	168,6	166,3
<b>Z1</b>	193,2	173,3	173,3	177,7	174,7	171,8
<b>Z2</b>	209,3	175,4	186,6	190,8	183,3	185,8
<b>Z3</b>	207,2	175,0	184,0	183,4	179,2	183,0
<b>Prosek</b>	198,9	174,8	176,0	180,2	180,2	186,6
<b>LSD 0,05</b>	11,3	17,7	7,7	9,2	13,6	9,2

Najniže srednje vrednosti za osobinu visina biljke pokazale su linije B2 i C5 na lokalitetima Zemun Polje, Školsko dobro i Srbobran 2011., odnosno Školsko dobro i Srbobran 2010., jedino je na lokalitetu Zemun Polje 2010. godine linija C2 imala najnižu vrednost visine biljke. Tester i su se jasno podelili prema ovoj osobini. Z2 tester je imao najviše, a tester Z1 najniže vrednosti u obe godine i sva tri lokaliteta.

Kada su u pitanju hibridi (Tabela 8), najviše vrednosti za visinu biljke su raspodeljene na kombinacije B1 × Z3, A2 × Z2, A4 × Z3, A2 × Z3 i A1 × Z1, sa tom razlikom gde se najviša vrednost javljala dva puta za kombinaciju A4 × Z3 na lokalitetu Srbobran u obe ispitivane godine. Sa druge strane, ubedljivo najnižu visinu biljke imala je kombinacija C5 × Z3, u obe godine na svim lokalitetima.

Tabela 8. Vrednosti hibrida za visinu biljke (cm)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	286,6	289,5	285,8	261,0	280,0	261,0
A2 × Z1	287,6	287,1	274,1	265,5	262,5	262,6
A3 × Z1	284,3	292,9	290,9	265,9	262,5	266,9
A4 × Z1	293,1	292,5	287,7	270,7	267,8	268,4
A5 × Z1	284,7	288,8	270,0	255,5	257,7	252,9
B1 × Z1	277,5	269,8	270,0	252,5	255,8	252,5
B2 × Z1	270,8	258,4	264,2	239,3	237,4	242,8
B3 × Z1	281,3	269,3	275,3	254,0	254,9	265,9
B4 × Z1	278,1	262,9	267,7	252,4	248,0	254,8
B5 × Z1	281,2	271,0	270,1	248,5	249,6	256,3
C1 × Z1	277,5	267,1	267,6	246,8	246,0	249,5
C2 × Z1	262,6	266,0	277,8	257,3	258,3	266,7
C3 × Z1	278,3	256,4	278,5	247,7	258,3	245,7
C4 × Z1	270,7	262,0	270,9	253,1	251,5	255,0
C5 × Z1	256,2	254,2	259,5	237,4	236,8	241,6
A1 × Z2	288,0	298,5	293,7	272,4	272,5	265,7
A2 × Z2	290,3	300,6	287,0	276,6	272,5	263,5
A3 × Z2	294,4	295,2	291,0	269,3	263,0	274,2
A4 × Z2	296,7	289,6	295,2	273,7	268,3	271,0
A5 × Z2	293,4	278,0	276,8	264,5	262,1	269,9
B1 × Z2	290,9	280,1	268,9	262,5	262,5	271,9
B2 × Z2	283,4	270,3	272,2	258,0	256,1	254,8
B3 × Z2	289,3	279,3	265,9	267,5	260,1	265,9
B4 × Z2	286,8	269,0	269,6	259,4	253,8	254,5
B5 × Z2	293,6	273,7	270,6	261,9	264,8	256,1
C1 × Z2	285,9	282,4	289,5	263,9	265,5	266,5
C2 × Z2	290,3	279,5	290,5	255,6	262,7	261,6
C3 × Z2	282,3	262,0	272,8	248,4	252,5	250,3
C4 × Z2	293,5	271,3	281,5	253,2	261,3	261,7
C5 × Z2	275,1	269,6	275,8	245,8	249,5	246,9
A1 × Z3	298,2	286,3	299,8	269,7	265,7	278,6
A2 × Z3	299,2	290,4	288,8	280,1	268,8	274,4
A3 × Z3	299,3	285,3	290,4	274,7	260,0	278,2
A4 × Z3	298,6	292,1	300,2	278,4	272,0	287,0
A5 × Z3	290,9	276,3	286,4	266,2	262,7	265,2
B1 × Z3	301,3	280,5	275,8	258,7	269,8	270,6
B2 × Z3	282,7	278,5	265,1	254,9	260,2	264,4
B3 × Z3	288,7	273,8	273,3	256,7	265,1	267,9
B4 × Z3	287,8	267,4	268,0	254,4	256,8	273,1
B5 × Z3	290,9	281,3	265,5	254,2	263,2	268,4
C1 × Z3	283,6	268,6	282,4	258,1	255,2	253,6
C2 × Z3	284,6	275,9	287,9	258,3	274,8	268,0
C3 × Z3	284,0	263,1	282,8	256,1	257,5	254,5
C4 × Z3	276,3	270,6	288,6	258,0	258,8	265,9
C5 × Z3	272,9	262,4	275,3	260,0	253,3	246,6
Prosek	285,4	276,4	278,7	259,5	260,0	262,1
LSD 0,05	11,8	9,9	15,4	13,2	13,4	9,7

Ostvarene vrednosti OKS roditeljskih komponenti za visinu biljke se nalaze u Tabeli 9. Linija A4 u četiri od šest lokaliteta pokazala je najviše i visoko značajne OKS vrednosti u poređenju sa ostalim genotipovima, dok je na preostala dva lokaliteta pokazala visoke i značajne vrednosti, ali ne i najviše. Linije A1 i A3 u pet od šest lokaliteta ostvarile su pozitivne i visoko značajne vrednosti OKS. Sa druge strane, linija C5 imala je najniže i visoko značajne negativne OKS vrednosti u četiri od šest lokacija, kao i visoko značajne negativne OKS na preostala dva lokaliteta. Linija B2, je takođe ostvarila negativne i visoko značajne vrednosti OKS na svih šest lokaliteta.

Tabela 9. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za visinu biljke

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	5,53*	15,00**	14,39**	8,18**	12,78**	6,35
A2	6,94**	16,26**	4,60	14,54**	7,98**	4,77
A3	7,26**	14,70**	12,06**	10,44**	1,88	11,02**
A4	10,74**	14,96**	15,68**	14,74**	9,40**	13,37**
A5	4,26	4,61	-0,96	2,53	0,88	0,60
B1	4,49	0,35	-7,14*	-1,64	2,75	2,90
B2	-6,44**	-7,39*	-11,54**	-8,81**	-8,75**	-8,05**
B3	1,01	-2,30	-7,17*	-0,14	0,06	4,50
B4	-1,17	-10,00**	-10,27**	-4,12	-7,09*	-1,28
B5	3,18	-1,09	-9,96**	-4,67	-0,77	-1,83
C1	-3,07	-3,74	1,13	-3,26	-4,37	-5,53
C2	-6,26**	-2,64	6,69*	-2,44	5,30	3,37
C3	-3,91	-15,92**	-0,66	-8,81**	-3,85	-11,91**
C4	-5,22*	-8,45**	1,64	-4,76	-2,77	-1,23
C5	-17,34**	-14,35**	-8,51**	-11,81**	-13,44**	-17,05**
Z1	-7,38**	-3,91**	-4,69**	-5,70**	-4,82**	-5,91**
Z2	3,53**	3,51**	1,37	2,64*	1,86	0,23
Z3	3,85**	0,40	3,32*	3,05**	2,96*	5,69**
LSD lin 0,05	4,70	5,80	5,94	4,92	5,41	5,89
LSD lin 0,01	6,25	7,71	7,89	6,54	7,20	7,83
LSD test 0,05	2,10	2,59	2,66	2,20	2,42	2,63
LSD test 0,01	2,80	3,45	3,53	2,92	3,22	3,50

Kada je u pitanju raspodela OKS vrednosti za testere, tester Z3 pokazuje pozitivnu visoko značajnu OKS vrednost na pet od šest lokaliteta. Suprotno tome, tester Z1 u obe godine i sva tri lokaliteta ostvario je negativne i visoko značajne OKS vrednosti.

U Tabeli 10. se nalaze ostvarene PKS vrednosti hibridnih kombinacija za visinu biljke. Visoke LSD vrednosti nisu dozvolile nijednoj od 45 kombinacija na šest lokaliteta da prevaziđu prag značajnosti od  $LSD=0,01$ , a na lokalitetu Srbobran u obe ispitivane godine nije prevaziđen prag ni od  $LSD=0,05$ .  $C2 \times Z1$ ,  $C4 \times Z2$ ,  $A5 \times Z1$ ,  $C5 \times Z3$ ,  $A1 \times Z1$ ,  $A1 \times Z3$  su hibridne kombinacije koje su prevazišle prag od  $LSD=0,05$ , sa tom razlikom što su  $C4 \times Z2$ ,  $A5 \times Z1$ ,  $C5 \times Z3$ ,  $A1 \times Z1$  ostvarile pozitivne, a  $C2 \times Z1$  i  $A1 \times Z3$  negativne vrednosti PKS. Sve značajne i pozitivne PKS vrednosti su ostvarene ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora, za razliku od značajno negativnih PKS kombinacija gde je  $C2 \times Z1$  dobijen ukrštanjem dva negativna, a  $A1 \times Z3$  ukrštanjem pozitivnih opštih kombinatora. Ni jedna od dobijenih kombinacija nije imala značajnih PKS vrednosti na više od jednog lokaliteta.

Hibridne kombinacije  $A4 \times Z2$ ,  $C3 \times Z2$  i  $C1 \times Z3$  na svih šest lokaliteta ostvarile su negativne PKS vrednosti, dok je jedino kombinacija  $C1 \times Z2$  imala pozitivnu PKS vrednost na svih šest lokaliteta. Hibrid  $A4 \times Z2$  je jedina kombinacija koja je dobijena ukrštanjem pozitivnih opštih kombinatora. Sve ostale navedene hibridne kombinacije koje su imale ili pozitivan ili negativan PKS rezultat na svih šest lokaliteta su ostvarene kombinovanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora. Izuzetak je linija C1, koja je jedino na lokalitetu Srbobran 2010. godine imala pozitivnu OKS vrednost, ali je i tada PKS vrednost hibrida  $C1 \times Z3$  bila negativna.

Tabela 10. Vrednosti PKS hibrida za visinu biljke

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	3,01	1,96	-2,63	-1,04	12,11*	-1,54
A2 × Z1	2,64	-1,71	-4,46	-2,85	-0,59	1,64
A3 × Z1	-0,97	5,66	4,81	1,65	5,51	-0,31
A4 × Z1	4,34	5,04	-1,96	2,15	3,24	-1,16
A5 × Z1	2,38	11,69*	-3,03	-0,89	1,71	-3,89
B1 × Z1	-5,01	-3,09	3,11	0,28	-2,06	-6,59
B2 × Z1	-0,77	-6,76	1,76	-5,75	-9,01	-5,29
B3 × Z1	2,23	-0,94	8,49	0,28	-0,33	5,26
B4 × Z1	1,21	0,36	3,94	2,66	-0,08	-0,06
B5 × Z1	0,01	-0,41	6,02	-0,64	-4,79	1,94
C1 × Z1	2,56	-1,66	-7,51	-3,75	-4,74	-1,11
C2 × Z1	-9,21*	-3,91	-2,93	5,93	-2,16	7,14
C3 × Z1	4,14	-0,18	5,17	2,65	6,99	1,43
C4 × Z1	-2,09	-2,04	-4,78	4,00	-0,84	0,04
C5 × Z1	-4,47	-3,99	-6,03	-4,65	-4,93	2,46
A1 × Z2	-6,44	3,59	-0,78	2,07	-2,07	-2,93
A2 × Z2	-5,61	4,37	2,31	-0,14	2,73	-3,54
A3 × Z2	-1,78	0,59	-1,10	-3,34	-0,67	0,86
A4 × Z2	-2,96	-5,33	-0,57	-3,24	-2,94	-4,69
A5 × Z2	0,22	-6,53	-2,28	-0,18	-0,62	7,02
B1 × Z2	-2,51	-0,21	-4,05	1,94	-2,09	6,67
B2 × Z2	0,92	-2,28	3,65	4,66	3,01	0,57
B3 × Z2	-0,63	1,64	-6,97	5,44	-1,81	-0,88
B4 × Z2	-0,94	-0,96	-0,17	1,37	-0,91	-6,54
B5 × Z2	1,51	-5,13	0,52	4,37	3,78	-4,39
C1 × Z2	0,06	6,17	8,28	4,96	8,08	9,71
C2 × Z2	7,59	2,17	3,72	-4,11	-4,39	-4,04
C3 × Z2	-2,76	-1,99	-6,63	-4,99	-5,44	-0,11
C4 × Z2	9,81*	-0,16	-0,18	-4,19	2,23	0,61
C5 × Z2	3,52	4,04	4,27	-4,59	1,14	1,67
A1 × Z3	3,43	-5,55	3,41	-1,03	-10,03*	4,46
A2 × Z3	2,97	-2,66	2,15	3,00	-2,13	1,90
A3 × Z3	2,75	-6,25	-3,70	1,70	-4,83	-0,55
A4 × Z3	-1,38	0,29	2,53	1,10	-0,30	5,85
A5 × Z3	-2,60	-5,16	5,31	1,07	-1,08	-3,14
B1 × Z3	7,52	3,30	0,94	-2,22	4,15	-0,09
B2 × Z3	-0,15	9,04	-5,41	1,10	6,00	4,71
B3 × Z3	-1,60	-0,70	-1,52	-5,72	2,14	-4,39
B4 × Z3	-0,27	0,60	-3,77	-4,03	0,99	6,60
B5 × Z3	-1,52	5,54	-6,54	-3,73	1,02	2,45
C1 × Z3	-2,62	-4,51	-0,77	-1,20	-3,33	-8,60
C2 × Z3	1,62	1,74	-0,79	-1,82	6,55	-3,10
C3 × Z3	-1,38	2,17	1,46	2,35	-1,55	-1,32
C4 × Z3	-7,72	2,20	4,96	0,20	-1,38	-0,65
C5 × Z3	0,95	-0,05	1,76	9,25*	3,79	-4,14
<b>LSD 0,05</b>	8,14	10,05	10,28	8,52	9,38	10,20
<b>LSD 0,01</b>	10,83	13,36	13,67	11,33	12,47	13,56

Analiza komponenti genetičke varijanse pokazuje da su obe komponente uključene u genetičku kontrolu nasleđivanja visine biljke (Tabela 11). Razlika je u tome što preovlađujuću ulogu imaju aditivni geni na lokalitetima Školsko dobro i Srbobran 2010, Zemun Polje i Srbobran 2011., dok preovlađujuću ulogu na lokalitetima Zemun Polje 2010., odnosno Školsko dobro 2011. godine imaju geni sa neaditivnim efektom, tj. dominacija i epistaza.

Tabela 11. Komponente genetičke varijanse za visinu biljke

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	5,2933	8,6355	6,3029	5,8719	3,7661	5,8837
<b>OKS varijansa</b>	2,6466	4,3178	3,1514	2,9360	1,8830	2,9419
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	6,4729	1,7931	1,0764	1,0928	7,8367	1,1613
<b>PKS varijansa</b>	6,4729	1,7931	1,0764	1,0928	7,8367	1,1613
<b>OKS/PKS</b>	0,4089	2,4080	2,9278	2,6867	0,2403	2,5333



### 5.1.2. Visina gornjeg klipa

Pregled značajnosti variranja u Tabeli 12. daje uvid u varijabilnost korišćenih genotipova u radu po pitanju osobine visine gornjeg klipa. Jedino, linija × tester, kao izvor variranja ne pokazuje značajnost, osim na lokalitetu Zemun Polju 2011. godine. Izvor Roditelji (linije i testeri) je imao neznačajno variranje, ali samo na lokalitetu Zemun Polje 2010. godine.

Tabela 12. Značajnost variranja visine gornjeg klipa ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	*	*	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	ns	**	**	**	**	**
<b>(R vs. U)</b>	1	**	**	**	**	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	**	**	**	**	**	**
<b>Linije, majke</b>	14	**	**	**	**	**	**
<b>Testeri, očevi</b>	2	**	**	**	**	*	*
<b>Linija × tester</b>	28	ns	ns	ns	**	ns	ns

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Srednje vrednosti za visinu gornjeg klipa roditeljskih komponenti u Tabeli 13. izdvajaju liniju C1 kao liniju sa najvišim gornjim klipom na četiri lokaliteta (osim osim Školskog dobra i Srbobrana 2010. godine), odnosno C5 (pet od šest lokaliteta, osim Zemun Polja 2010. godine), kao liniju sa najnižim klipom. Kada su u pitanju testeri, Z2 tester se izdvaja kao otac sa najvišim (svih šest lokaliteta), tj. tester Z3 sa najniže pozicioniranim gornjim klipom na četiri lokaliteta, osim u Srbobranu 2010. i Zemun Polju 2010. godine, gde je tester Z1 imao najniži klip.

Tabela 13. Vrednosti roditeljskih komponenti za visinu gornjeg klipa (cm)

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet					
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
A1	71,4	63,6	67,5	59,0	59,2	75,3
A2	65,1	56,3	74,9	74,2	68,0	76,8
A3	65,3	48,4	59,4	61,3	57,8	68,5
A4	70,6	66,0	73,7	74,8	60,6	77,8
A5	59,0	48,0	53,8	61,3	51,2	67,0
B1	70,4	60,3	56,8	63,6	62,4	64,1
B2	63,4	51,0	58,5	53,8	56,0	61,0
B3	69,3	52,5	68,1	62,9	65,4	68,6
B4	68,0	49,1	65,2	62,0	63,6	68,5
B5	67,8	59,1	59,0	68,5	65,5	70,8
C1	72,8	57,3	48,1	79,0	68,3	81,5
C2	63,3	51,5	51,9	66,2	67,3	72,5
C3	67,2	51,7	45,9	57,0	47,6	60,3
C4	68,6	48,7	66,6	67,0	60,7	71,3
C5	63,1	44,6	38,0	39,0	38,1	53,8
Z1	64,5	54,4	57,8	58,8	49,8	65,3
Z2	67,2	54,5	70,9	78,0	69,4	72,0
Z3	59,8	40,5	61,4	62,8	48,6	64,3
Prosek	66,5	53,2	59,9	63,8	58,9	68,9
LSD 0,05	17,1	15,4	12,0	3,6	6,2	5,4

Prikaz srednjih vrednosti visine gornjeg klipa kod hibrida izdvaja kombinaciju C5 × Z1 (Tabela 14) kao hibrid sa najniže pozicioniranim klipom na četiri lokaliteta, osim lokaliteta Školsko dobro i Srbobran 2011. godine. Hibridi sa najviše pozicioniranim klipom su bili C2 × Z2 (Školsko dobro i Srbobran 2010. godine), A1 × Z2 (Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine), C4 × Z2 (Zemun Polje 2010. godine) i C1 × Z2 (Srbobran 2011. godine). Rezultati nisu odredili jedinstven genotip sa najviše pozicioniranim klipom.

Tabela 14. Vrednosti hibrida za visinu gornjeg klipa (cm)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	86,5	95,3	94,6	100,3	101,0	91,3
A2 × Z1	91,3	93,0	93,0	99,4	102,3	91,9
A3 × Z1	87,4	93,1	97,1	97,8	91,3	88,9
A4 × Z1	91,9	108,4	103,5	97,8	102,3	92,7
A5 × Z1	88,1	94,6	93,1	104,7	104,3	93,1
B1 × Z1	102,4	101,9	100,7	103,1	98,3	91,2
B2 × Z1	94,9	96,8	89,4	92,0	90,2	89,3
B3 × Z1	105,2	98,3	100,7	102,0	99,8	98,1
B4 × Z1	97,2	100,9	96,6	102,2	97,4	92,9
B5 × Z1	93,4	97,4	88,9	94,5	92,2	90,5
C1 × Z1	111,9	90,4	101,9	88,1	90,3	89,5
C2 × Z1	91,7	90,8	100,4	99,4	96,6	94,0
C3 × Z1	95,9	78,2	95,3	89,2	87,8	83,6
C4 × Z1	94,3	86,8	87,2	90,8	87,8	90,4
C5 × Z1	80,8	74,2	85,4	75,0	78,8	78,6
A1 × Z2	91,2	110,6	114,4	113,3	109,0	101,4
A2 × Z2	94,6	111,0	109,9	111,6	103,8	99,9
A3 × Z2	101,0	103,4	108,9	97,6	93,5	93,6
A4 × Z2	102,7	110,5	113,9	111,6	100,3	96,9
A5 × Z2	97,6	88,9	101,1	102,1	104,5	102,5
B1 × Z2	103,2	106,2	106,1	109,9	103,6	99,6
B2 × Z2	96,0	98,4	104,3	101,6	93,3	87,7
B3 × Z2	108,2	103,8	95,8	106,5	99,0	93,2
B4 × Z2	103,9	101,7	108,1	109,4	97,1	90,8
B5 × Z2	103,2	98,1	93,0	103,0	94,0	89,1
C1 × Z2	106,5	102,0	115,6	106,7	101,8	104,0
C2 × Z2	109,9	111,8	119,2	96,3	104,3	100,4
C3 × Z2	102,2	84,4	99,8	93,7	85,8	83,7
C4 × Z2	111,0	94,3	107,1	104,5	98,3	91,8
C5 × Z2	94,2	87,9	92,9	94,4	86,3	81,1
A1 × Z3	96,1	102,8	112,5	112,8	99,5	95,8
A2 × Z3	103,6	96,5	100,9	112,2	97,0	98,3
A3 × Z3	96,7	86,7	101,0	111,8	98,3	93,8
A4 × Z3	102,8	101,7	108,3	105,3	103,5	100,7
A5 × Z3	85,5	93,2	90,6	102,5	100,5	95,1
B1 × Z3	107,4	100,3	100,4	103,8	101,1	91,7
B2 × Z3	97,5	99,5	95,0	99,0	98,1	93,0
B3 × Z3	104,2	92,0	98,0	101,1	100,0	98,2
B4 × Z3	106,0	96,7	95,5	101,6	96,1	98,4
B5 × Z3	101,4	104,5	90,6	98,9	90,3	99,3
C1 × Z3	99,5	93,5	97,4	103,8	92,0	88,0
C2 × Z3	98,8	87,8	101,5	100,8	101,3	99,5
C3 × Z3	94,0	80,1	91,5	94,4	85,0	85,1
C4 × Z3	103,5	89,2	95,0	100,6	81,8	90,4
C5 × Z3	98,7	81,5	99,9	89,2	78,0	74,6
<b>Prosek</b>	98,5	96,0	99,9	100,8	95,9	92,7
<b>LSD 0,05</b>	10,5	10,6	12,6	8,6	8,9	9,7

Pregled OKS vrednosti, računatih na osnovu srednjih vrednosti za visinu gornjeg klipa u Tabeli 15. izdvaja linije A1, A2 i A4 kao pozitivne opšte kombinatore. Linije A1 i A2 imaju po pet pozitivnih OKS vrednosti od toga četiri i tri pozitivno značajnih. Jedino linija A4 ima svih šest pozitivnih OKS vrednosti, od toga pet značajnih. Opšti kombinator sa najnižim vrednostima OKS za ovu osobinu su linije C3 i C5, koje su na svih šest lokaliteta imale negativne OKS vrednosti, od čega četiri i šest značajno negativnih.

Tabela 15. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za visinu gornjeg klipa

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	-7,27**	6,91**	7,28**	8,01**	7,25**	3,43
A2	-2,04	4,19	1,38	6,92**	5,09**	3,94*
A3	-3,49	-1,61	2,42	1,61	-1,58	-0,64
A4	0,61	10,88**	8,65**	4,09**	6,09**	4,03*
A5	-8,14**	-3,74	-4,97	2,27	7,17**	4,13*
B1	5,78*	6,81**	2,48	4,77	5,04**	1,43
B2	-2,42	2,23	-3,70	-3,26*	-2,06	-2,76
B3	7,31**	2,06	-1,73	2,39	3,67*	3,74
B4	3,85	3,79	0,15	3,57*	0,94	1,29
B5	0,81	4,01	-9,07**	-1,99	-3,78*	0,23
C1	7,43**	-0,67	5,07	-1,26	-1,25	1,09
C2	1,61	0,81	7,12*	-1,98	4,77**	5,21**
C3	-1,15	-15,06**	-4,40	-8,36**	-9,75**	-8,61**
C4	4,40	-5,87*	-3,50	-2,18	-6,66**	-1,86
C5	-7,30**	-14,76**	-7,18*	-14,61**	-14,91**	-14,66**
Z1	-4,34**	-2,64*	-4,72**	-5,05**	-1,26	-2,35**
Z2	3,16*	4,88**	6,09**	3,33**	2,36**	1,64
Z3	1,18	-2,25*	-1,37	1,72*	-1,10	0,71
LSD lin 0,05	5,42	4,88	5,44	3,03	3,41	3,85
LSD lin 0,01	7,20	6,48	7,23	4,03	4,53	5,12
LSD test 0,05	2,42	2,18	2,43	1,36	1,52	1,72
LSD test 0,01	3,22	2,90	3,23	1,80	2,03	2,29

Što se očinskih komponenti tiče, tester sa pozitivnim i značajnim OKS vrednostima za visinu klipa je Z2 (svih šest lokaliteta), a tester Z1 se izdvaja kao negativan i značajan opšti kombinator (pet lokaliteta), s tim da je na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine vrednost OKS, takođe negativna, ali ne i značajna.

Tabela 16. Vrednosti PKS hibrida za visinu gornjeg klipa

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	-0,39	-4,93	-7,85	-3,48	-0,91	-2,50
A2 × Z1	-0,82	-4,51	-3,51	-3,25	2,51	-2,42
A3 × Z1	-3,32	1,34	-0,49	0,47	-1,82	-0,84
A4 × Z1	-2,92	4,15	-0,37	-2,02	1,51	-1,70
A5 × Z1	2,03	4,97	2,90	6,65*	2,43	-1,45
B1 × Z1	2,41	1,72	3,00	2,55	-1,44	-0,60
B2 × Z1	3,11	1,20	-2,12	-0,47	-2,39	1,63
B3 × Z1	3,68	2,92	7,27	3,88	1,43	3,93
B4 × Z1	-0,81	3,79	1,28	2,85	1,81	1,18
B5 × Z1	-1,62	0,02	2,80	0,77	1,28	-0,10
C1 × Z1	10,31*	-2,25	1,62	-6,37*	-3,16	-2,02
C2 × Z1	-4,12	-3,33	-1,88	5,60*	-2,87	-1,64
C3 × Z1	2,89	-0,06	4,48	1,78	2,84	1,83
C4 × Z1	-4,31	-0,65	-4,52	-2,80	-0,24	1,88
C5 × Z1	-6,11	-4,36	-2,63	-6,17*	-0,99	2,83
A1 × Z2	-3,24	2,80	1,15	1,18	3,47	3,61
A2 × Z2	-5,08	5,92	2,50	0,52	0,39	1,54
A3 × Z2	2,82	4,12	0,46	-8,17**	-3,20	-0,12
A4 × Z2	0,42	-1,21	-0,77	3,35	-4,11	-1,54
A5 × Z2	4,07	-8,20	0,05	-4,33	-0,95	3,96
B1 × Z2	-4,29	-1,45	-2,40	0,97	0,24	3,76
B2 × Z2	-3,29	-4,71	1,98	0,75	-2,96	-3,91
B3 × Z2	-0,83	0,85	-8,44	-0,05	-2,95	-4,91
B4 × Z2	-1,66	-2,98	1,93	1,67	-2,11	-4,86
B5 × Z2	0,72	-6,75	-3,90	0,83	-0,50	-5,49
C1 × Z2	-2,64	1,79	4,56	3,85	4,72	8,54*
C2 × Z2	6,62	10,10*	6,06	-5,88*	1,20	0,78
C3 × Z2	1,64	-1,38	-1,82	-2,05	-2,78	-2,06
C4 × Z2	4,89	-0,71	4,58	2,52	6,64*	-0,71
C5 × Z2	-0,16	1,82	-5,94	4,85	2,89	1,39
A1 × Z3	3,63	2,13	6,70	2,30	-2,57	-1,11
A2 × Z3	5,90	-1,40	1,01	2,73	-2,90	0,88
A3 × Z3	0,50	-5,45	0,03	7,70**	5,02	0,96
A4 × Z3	2,50	-2,94	1,14	-1,33	2,60	3,24
A5 × Z3	-6,10	3,23	-2,95	-2,32	-1,48	-2,51
B1 × Z3	1,88	-0,27	-0,60	-3,52	1,20	-3,16
B2 × Z3	0,18	3,51	0,13	-0,28	5,35	2,28
B3 × Z3	-2,85	-3,77	1,17	-3,83	1,52	0,98
B4 × Z3	2,47	-0,80	-3,22	-4,52	0,30	3,68
B5 × Z3	0,90	6,73	1,10	-1,60	-0,78	5,59
C1 × Z3	-7,67	0,46	-6,18	2,52	-1,57	-6,52
C2 × Z3	-2,50	-6,77	-4,18	0,28	1,67	0,86
C3 × Z3	-4,53	1,45	-2,67	0,27	-0,07	0,23
C4 × Z3	-0,58	1,36	-0,07	0,28	-6,40*	-1,17
C5 × Z3	6,27	2,55	8,57	1,32	-1,90	-4,22
LSD 0,05	9,38	8,45	9,42	5,25	5,90	6,67
LSD 0,01	12,47	11,23	12,52	6,98	7,85	8,87

U Tabeli 16. nalaze se hibridi sa PKS vrednostima za visinu gornjeg klipa. Pozitivno značajne PKS vrednosti su imali hibridi  $C1 \times Z1$ ,  $C2 \times Z2$ ,  $A5 \times Z1$ ,  $C2 \times Z1$ ,  $A3 \times Z3$ ,  $C4 \times Z2$  i  $C1 \times Z2$ , koji su uspeli da na po jednom lokalitetu pređu prag značajnosti od  $LSD=0,05$ . Od toga, hibridi  $C1 \times Z1$ ,  $A5 \times Z1$ ,  $C4 \times Z2$  su kombinacije čije su značajne PKS vrednosti postignute ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora, hibridi  $C2 \times Z2$ ,  $A3 \times Z3$  i  $C1 \times Z2$  ukrštanjem dva pozitivna opšta kombinatora i hibrid  $C2 \times Z1$  ukrštanjem dva negativna opšta kombinatora. Jedino hibrid  $A5 \times Z1$  na pet od šest lokaliteta ima pozitivne PKS vrednosti. Značajne i negativne PKS vrednosti imali su hibridi  $C1 \times Z1$ ,  $C5 \times Z1$ ,  $A3 \times Z2$ ,  $C2 \times Z2$  i  $C4 \times Z3$ , sa tom razlikom što su  $C1 \times Z1$ ,  $C5 \times Z1$  i  $C4 \times Z3$  hibridi dobijeni kombinovanjem dva negativna opšta kombinatora, hibrid  $A3 \times Z2$  kombinovanjem dva pozitivna, a hibrid  $C2 \times Z2$  kombinovanjem pozitivnog i negativnog opšteg kombinatora.

Analizom komponenti varijanse ustanovljeno je da u nasleđivanju visine gornjeg klipa preovlađujuću ulogu ima neaditivna varijansa na svim lokalitetima, osim u Srbobranu 2010., gde je odnos OKS/PKS bio viši od jedinice i prevagnuo na stranu aditivne varijanse (Tabela 17).

Tabela 17. Komponente genetičke varijanse za visinu gornjeg klipa

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	2,0984	4,2745	3,1689	3,0185	3,0789	1,9261
<b>OKS varijansa</b>	1,0492	2,1372	1,5844	1,5093	1,5395	0,9630
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	1,2320	5,5177	0,7634	12,6352	3,3880	3,9787
<b>PKS varijansa</b>	1,2320	5,5177	0,7634	12,6352	3,3880	3,9787
<b>OKS/PKS</b>	0,8516	0,3873	2,0755	0,1194	0,4544	0,2421

### 5.1.3. Dužina klipa

Pregled značajnosti izvora variranja u Tabeli 18. pokazuje varijabilnost korišćenih genotipova u pogledu dužine klipa. Najmanje variranje pokazuje linija × tester izvor (značajno samo na dva lokaliteta), zatim su testeri pokazali uniformnost i neznčajnu varijabilnost na tri lokaliteta. Linije ne pokazuju variranje u 2011. godini na lokalitetima Školsko dobro i Srbobran. Roditelji nisu pokazali značajno variranje samo na jednom lokalitetu (Školsko dobro 2011).

Tabela 18. Značajnost variranja dužine klipa ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		Lokalitet					
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	**	**	**	**	ns	**
<b>(R vs. U)</b>	1	**	**	**	**	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	**	**	**	**	**	*
<b>Linije, majke</b>	14	**	**	**	**	ns	ns
<b>Testeri, očevi</b>	2	**	**	ns	ns	ns	*
<b>Linija × tester</b>	28	ns	ns	ns	**	*	ns

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Srednje vrednosti roditeljskih komponenti variraju u pogledu na najnižu srednju vrednost dužine klipa (Tabela 19). Jedino linije B3 na dva lokaliteta (Srbobran 2010. i 2011. godine) i linija C3 na lokalitetima Zemun Polje i Školsko dobro 2011. ostvaruju najniže vrednosti, dok na ostalim lokalitetima ta mesta zauzimaju linije A3 (Zemun Polje 2010.) i C2 (Školsko dobro) u 2010. godini.

Sa druge strane najvišu vrednost dužine klipa imale su linije C1 u 2010. i C5 u 2011. godini. Na ostalim lokalitetima C1 i C5 linije su pokazale iznad prosečne vrednosti. Testeri su takođe varirali po pitanju dužine klipa. Tester Z1 ima dve najniže ostvarene vrednosti

(Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine), Z2 (Srbobran 2010. godine) i Z3 (Zemun Polje obe godine i Srbobran 2010.). Prema najvišoj vrednosti ove osobine tester i su veoma podeljeni. Tester Z1 je imao dva puta najvišu vrednost (Srbobran obe godine), Z2 (Zemun Polje i Školsko dobro 2010. godine) i Z3 (Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine).

Tabela 19. Vrednosti roditeljskih komponenti za dužinu klipa (cm)

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet					
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
<b>A1</b>	13,7	15,5	13,9	14,4	13,2	14,9
<b>A2</b>	15,1	15,7	14,1	16,2	14,7	14,5
<b>A3</b>	12,7	14,7	13,9	14,3	14,0	13,4
<b>A4</b>	15,6	15,7	15,1	13,9	14,9	14,7
<b>A5</b>	12,8	12,6	12,9	14,0	13,5	15,2
<b>B1</b>	15,0	13,5	11,9	13,4	13,6	13,9
<b>B2</b>	14,0	13,2	11,5	13,6	14,0	12,6
<b>B3</b>	13,3	13,5	8,0	13,7	13,4	12,1
<b>B4</b>	14,8	15,3	12,9	14,0	13,5	13,6
<b>B5</b>	13,9	12,9	12,9	14,1	13,9	13,3
<b>C1</b>	17,6	18,4	18,5	15,9	16,0	16,7
<b>C2</b>	14,1	12,1	10,5	12,4	12,2	12,3
<b>C3</b>	13,4	12,9	11,5	12,3	11,8	14,1
<b>C4</b>	14,3	14,4	14,2	12,3	13,4	13,2
<b>C5</b>	15,5	16,0	14,4	17,2	17,0	16,8
<b>Z1</b>	15,5	16,3	14,3	15,9	15,9	16,0
<b>Z2</b>	17,3	16,9	13,4	16,1	16,6	15,8
<b>Z3</b>	14,3	16,0	13,8	16,7	16,7	15,6
<b>Prosek</b>	14,6	14,8	13,2	14,5	14,4	14,4
<b>LSD 0,05</b>	1,5	2,5	1,7	1,1	1,4	1,6

Tabela 20. izdvaja B5 × Z2 (Zemun Polje 2010. godine), C1 × Z2 (Školsko dobro 2010. godine), C5 × Z2 (Srbobran 2010. godine), C5 × Z3 (Zemun Polje 2011. godine), A2 × Z3 (Školsko dobro i Srbobran 2011. godine) kombinacije sa koje su na svojim lokalitetima imale najvišu vrednost dužine klipa.



Tabela 20. Vrednosti hibrida za dužinu klipa (cm)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	Lokalitet			
SR			ZP	ŠD	SR	
A1 × Z1	19,8	19,9	18,4	19,3	19,7	20,1
A2 × Z1	19,3	18,2	17,7	18,2	18,9	17,6
A3 × Z1	18,1	18,5	16,7	18,5	17,7	18,4
A4 × Z1	18,8	19,1	19,6	19,3	19,7	20,3
A5 × Z1	18,6	18,9	17,3	19,5	18,0	18,1
B1 × Z1	17,2	18,7	18,2	18,5	19,7	19,4
B2 × Z1	17,6	19,4	16,0	18,1	18,5	18,2
B3 × Z1	17,2	18,4	16,6	17,6	17,8	18,6
B4 × Z1	18,3	19,1	17,0	17,3	19,6	18,5
B5 × Z1	19,1	19,3	17,2	18,4	18,0	19,0
C1 × Z1	20,3	22,0	19,6	21,6	17,6	19,7
C2 × Z1	17,8	19,3	17,7	19,3	19,0	19,2
C3 × Z1	17,4	19,0	18,4	18,5	17,4	18,5
C4 × Z1	18,2	19,1	17,3	19,3	18,2	20,5
C5 × Z1	18,3	19,8	19,1	20,9	20,4	19,5
A1 × Z2	20,4	20,2	19,2	20,5	20,8	19,3
A2 × Z2	20,4	20,2	18,4	20,8	19,4	19,8
A3 × Z2	18,3	19,9	19,2	19,3	18,0	19,2
A4 × Z2	20,3	19,6	20,4	20,1	20,4	20,1
A5 × Z2	18,8	18,4	18,1	18,7	18,2	19,0
B1 × Z2	18,3	20,2	18,4	18,3	18,8	18,5
B2 × Z2	18,7	19,0	18,1	19,3	18,5	18,7
B3 × Z2	19,5	18,9	18,3	19,7	17,3	18,5
B4 × Z2	18,9	20,5	17,3	19,0	18,2	18,9
B5 × Z2	20,5	19,7	18,4	19,5	18,9	19,1
C1 × Z2	19,3	22,5	17,7	19,9	20,0	20,2
C2 × Z2	18,1	18,7	17,5	18,9	19,8	18,7
C3 × Z2	18,4	19,2	17,8	18,7	17,6	18,3
C4 × Z2	20,3	20,4	16,7	17,9	18,6	19,5
C5 × Z2	20,4	20,7	20,1	21,2	20,4	20,2
A1 × Z3	19,6	17,1	18,9	19,8	19,6	20,2
A2 × Z3	19,4	18,6	20,0	19,7	29,2	20,8
A3 × Z3	18,5	18,7	18,4	18,7	20,9	20,5
A4 × Z3	19,1	20,1	20,0	19,5	19,4	19,3
A5 × Z3	19,3	17,2	16,7	19,4	18,4	18,6
B1 × Z3	18,5	18,3	17,6	18,0	18,1	20,1
B2 × Z3	18,4	19,4	17,0	19,2	18,5	19,9
B3 × Z3	18,5	18,9	17,2	18,8	19,0	19,6
B4 × Z3	19,2	18,3	17,4	18,9	18,8	19,2
B5 × Z3	18,7	20,0	18,4	19,8	18,5	19,8
C1 × Z3	20,3	20,9	18,2	21,2	19,0	19,4
C2 × Z3	19,2	20,4	18,2	18,7	19,8	19,8
C3 × Z3	17,0	19,4	17,5	17,7	18,2	18,7
C4 × Z3	19,5	20,0	18,6	20,2	18,9	19,7
C5 × Z3	17,1	19,6	19,4	21,9	19,7	20,7
<b>Prosek</b>	18,9	19,4	18,1	19,3	18,9	19,3
<b>LSD 0,05</b>	1,9	1,6	2,2	1,5	4,0	1,6

C3 × Z3 (Zemun Polje 2010. godine), A1 × Z3 (Školsko dobro 2010. godine), B2 × Z1 (Srbobran 2010. godine), B4 × Z1 (Zemun Polje 2011. godine), B3 × Z2 (Školsko dobro 2011. godine) i A2 × Z1 (Srbobran 2011. godine) su hibridne kombinacije koje su imale najnižu ostvarenu vrednost na svojim lokalitetima. Razlike i nestabilnost srednjih vrednosti dužine klipa i roditeljskih komponenti i hibrida ukazuju na veliku reakciju genotip-spoljna sredina za posmatranu osobinu.

OKS vrednosti u Tabeli 21. izdvajaju linije C1, C5 i A2 kao najbolje opšte kombinatore sa ostvarenih pet pozitivnih OKS vrednosti, od toga su tri značajano pozitivne, odnosno dve za liniju A2. A4 inbred linija je jedina imala pozitivne OKS vrednosti na svih šest lokaliteta, ali samo je na lokalitetu Srbobran 2010. godine OKS vrednost značajno pozitivna. Linije C3 i B4 su se izdvojile kao linije sa negativnim OKS vrednostima na svih šest lokaliteta, od toga tri značajno negativnim za obe linije.

Tabela 21. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za dužinu klipa

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	1,06**	-0,35	0,70	0,59*	0,91	0,52
A2	0,79*	-0,41	0,57	0,30	3,36**	0,07
A3	-0,55	-0,41	-0,02	-0,42	-0,26	0,03
A4	0,50	0,18	1,87**	0,33	0,71	0,60
A5	0,06	-1,25*	-0,75	-0,10	-0,95	-0,77*
B1	-0,87*	-0,36	-0,09	-1,02**	-0,29	-0,01
B2	-0,63	-0,13	-1,08*	-0,41	-0,64	-0,41
B3	-0,45	-0,69	-0,76	-0,59*	-1,10	-0,46
B4	-0,06	-0,09	-0,89*	-0,87**	-0,24	-0,47
B5	0,57	0,27	-0,15	-0,02	-0,67	-0,01
C1	1,09**	2,40**	0,38	1,63**	-0,29	0,43
C2	-0,49	0,06	-0,36	-0,32	0,41	-0,12
C3	-1,25**	-0,24	-0,26	-1,00	-1,41*	-0,80*
C4	0,47	0,41	-0,57	-0,16	-0,60	0,59
C5	-0,24	0,62	1,42**	2,05**	1,04	0,82*
Z1	-0,46**	-0,17	-0,34	-0,33*	-0,45	-0,29*
Z2	0,50**	0,46**	0,24	0,17	-0,14	-0,13
Z3	-0,04	-0,29	0,10	0,15	0,60	0,42**
LSD lin 0,05	0,73	0,75	0,84	0,58	1,40	0,66
LSD lin 0,01	0,97	0,99	1,12	0,77	1,86	0,88
LSD test 0,05	0,33	0,33	0,38	0,26	0,63	0,29
LSD test 0,01	0,43	0,44	0,50	0,34	0,83	0,39

Linije B1, B2 i B3 su imale negativne OKS vrednosti na svih šest lokaliteta, a linija A5 na pet lokaliteta. Tester Z1 je jedini uspeo da na svih šest lokaliteta postigne sve negativne OKS vrednosti, od toga tri značajno negativne. Testeri Z2 i Z3 su imali četiri od šest pozitivnih OKS vrednosti, s tim da je tester Z2 imao dve , a tester Z3 jednu značajnu pozitivnu vrednost.

PKS vrednosti hibridnih kombinacija za dužinu klipa izdvajaju hibride  $A2 \times Z1$ ,  $A3 \times Z1$ ,  $C2 \times Z2$ ,  $A1 \times Z3$ ,  $A4 \times C3$ ,  $C3 \times Z3$  koji su imali negativne PKS vrednosti na pet lokaliteta (Tabela 22). Hibrid  $A2 \times Z1$  je u 2011. godini na sva tri lokaliteta imao značajne negativne PKS vrednosti, a  $A1 \times Z3$  na lokalitetu Školsko dobro 2010. godine, dok ostali hibridi nemaju značajne PKS vrednosti. Hibridi  $A5 \times Z1$ ,  $C1 \times Z1$ ,  $C3 \times Z1$ ,  $C5 \times Z2$  su imali pozitivne PKS vrednosti na šest ( $A5 \times Z1$ ) i pet (ostali hibridi) lokaliteta. Hibrid  $A2 \times Z3$  je od svih kombinacija u obe godine na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine ostvario najvišu PKS vrednost od 6,08\*\*, ali pozitivan PKS rezultat je postignut na još samo dva lokaliteta (Srbobran obe godine).

$A2 \times Z1$  hibrid, koji je postigao značajno negativne PKS rezultate na tri lokaliteta, je nastao kombinovanjem pozitivnog (A2) i negativnog (Z1) opšteg kombinatora. Suprotno tome, hibrid  $C1 \times Z1$  je imao značajne pozitivne PKS vrednosti, koje su ostvarene kombinovanjem pozitivnog (C1) i negativnog (Z1) opšteg kombinatora.

Interesantna je kombinacija  $A2 \times Z2$ , koja je ostvarila dve značajne PKS vrednosti, ali jednu negativnu (Školsko dobro 2011. godine) i jednu pozitivnu (Zemun Polje 2010. godine). Negativna PKS vrednost je ostvarena kombinacijom pozitivnog i negativnog opšteg kombinatora, a pozitivna PKS vrednost kombinovanjem dva pozitivna opšta kombinatora. Sve značajno pozitivne PKS vrednosti su dobijene ukrštanjem dva pozitivna opšta kombinatora, izuzev hibrida  $C5 \times Z2$  (Zemun Polje 2010. godine), koji je dobijen ukrštanjem pozitivnog i negativnog opšteg kombinatora.

Tabela 22. Vrednosti PKS hibrida za dužinu klipa

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	0,37	0,97	-0,13	-0,29	0,13	0,50
A2 × Z1	0,06	-0,62	-0,65	-1,07*	-3,15*	-1,55**
A3 × Z1	0,28	-0,34	-1,03	-0,01	-0,75	-0,69
A4 × Z1	-0,15	-0,34	-0,02	0,02	0,33	0,69
A5 × Z1	0,17	0,90	0,32	0,60	0,26	-0,16
B1 × Z1	-0,33	-0,19	0,47	0,57	1,28	0,37
B2 × Z1	-0,20	0,30	-0,72	-0,42	0,48	-0,39
B3 × Z1	-0,72	-0,19	-0,42	-0,76	0,24	0,00
B4 × Z1	-0,04	-0,01	0,10	-0,80	1,18	-0,06
B5 × Z1	0,08	-0,22	-0,46	-0,52	0,01	0,00
C1 × Z1	0,81	0,40	1,47*	1,03*	-0,82	0,22
C2 × Z1	-0,11	0,04	0,24	0,65	-0,10	0,24
C3 × Z1	0,25	-0,01	0,84	0,55	0,12	0,29
C4 × Z1	-0,65	-0,59	0,12	0,53	0,09	0,85
C5 × Z1	0,17	-0,09	-0,12	-0,07	0,68	-0,32
A1 × Z2	-0,04	0,69	0,13	0,49	0,94	-0,41
A2 × Z2	0,20	0,77	-0,54	1,08*	-2,94*	0,54
A3 × Z2	-0,51	0,39	0,83	0,29	-0,71	-0,05
A4 × Z2	0,39	-0,50	0,14	0,27	0,69	0,33
A5 × Z2	-0,62	-0,19	0,44	-0,65	0,12	0,53
B1 × Z2	-0,24	0,64	0,07	-0,11	0,06	-0,69
B2 × Z2	-0,03	-0,74	0,84	0,26	0,14	-0,13
B3 × Z2	0,59	-0,25	0,71	0,82	-0,60	-0,29
B4 × Z2	-0,40	0,73	-0,17	0,43	-0,54	0,15
B5 × Z2	0,59	-0,43	0,18	0,10	0,57	-0,06
C1 × Z2	-1,18	0,21	-1,04	-1,20*	1,27	0,60
C2 × Z2	-0,74	-1,25	-0,55	-0,20	0,44	-0,40
C3 × Z2	0,29	-0,47	-0,33	0,20	0,03	-0,05
C4 × Z2	0,42	0,15	-1,09	-1,44**	0,17	-0,24
C5 × Z2	1,28*	0,24	0,36	-0,35	0,34	0,16
A1 × Z3	-0,33	-1,66*	0,00	-0,19	-1,07	-0,09
A2 × Z3	-0,26	-0,15	1,19	0,00	6,08**	1,01
A3 × Z3	0,23	-0,05	0,20	-0,29	1,46	0,74
A4 × Z3	-0,24	0,83	-0,12	-0,29	-1,02	-1,02
A5 × Z3	0,45	-0,71	-0,76	0,05	-0,39	-0,37
B1 × Z3	0,57	-0,45	-0,54	-0,46	-1,35	0,32
B2 × Z3	0,23	0,44	-0,12	0,16	-0,62	0,53
B3 × Z3	0,13	0,43	-0,29	-0,06	0,36	0,29
B4 × Z3	0,44	-0,72	0,07	0,37	-0,65	-0,10
B5 × Z3	-0,67	0,65	0,27	0,42	-0,59	0,06
C1 × Z3	0,36	-0,61	-0,43	0,17	-0,45	-0,82
C2 × Z3	0,85	1,21	0,31	-0,45	-0,35	0,15
C3 × Z3	-0,54	0,48	-0,51	-0,75	-0,15	-0,25
C4 × Z3	0,23	0,43	0,97	0,91	-0,26	-0,61
C5 × Z3	-1,45*	-0,15	-0,24	0,42	-1,02	0,16
<b>LSD 0,05</b>	1,27	1,30	1,46	1,00	2,42	1,14
<b>LSD 0,01</b>	1,68	1,72	1,94	1,33	3,22	1,52

Analizom komponenti varijanse ustanovljeno je da u nasleđivanju dužine klipa preovlađujuću ulogu ima neaditivna varijansa na svim lokalitetima, osim u Srbobranu 2010. godine, gde je odnos OKS/PKS prevagnuo daleko na stranu aditivne varijanse (Tabela 23).

Tabela 23. Komponente genetičke varijanse za dužinu klipa

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	0,0375	0,0403	0,0428	0,0468	0,0426	0,0152
<b>OKS varijansa</b>	0,0187	0,0201	0,0214	0,0234	0,0213	0,0076
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	0,0470	0,1514	0,0024	0,2784	1,1910	0,0812
<b>PKS varijansa</b>	0,0470	0,1514	0,0024	0,2784	1,1910	0,0812
<b>OKS/PKS</b>	0,3986	0,1330	8,9814	0,0841	0,0179	0,0939

#### 5.1.4. Broj redova zrna

Pregled značajnosti u Tabeli 24. prikazuje značajnost variranja ispitivanog materijala po pitanju broja redova zrna. Najmanje variranje pokazuje parametar linija × tester (pet od šest lokaliteta). Ostali izvori variranja statistički vrlo značajno variraju, jedino parametar ocena roditelja preko ukrštanja ne pokazuje značajnost na lokalitetu Zemun Polje u obe ispitivane godine.

Tabela 24. Značajnost variranja broja redova zrna ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	**	**	**	**	**	**
<b>(R vs. U)</b>	1	ns	**	**	ns	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	**	**	**	**	**	**
<b>Linije, majke</b>	14	**	**	**	**	**	**
<b>Tester, očevi</b>	2	**	**	**	**	**	**
<b>Linija × tester</b>	28	**	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Vrednosti roditeljskih komponenti za broj redova zrna u Tabeli 25., izdvajaju liniju C2 majčinsku komponentu sa najmanjim brojem redova zrna na pet lokaliteta, osim Zemun Polje 2011 gde je ustupila mesto liniji C1. Najviše vrednosti za broj redova zrna su podeljene između linija B3 (Zemun Polje i Školsko dobro 2010. i Školsko dobro 2011. godine), C3 (Zemun Polje i Srbobran 2011. godine) i B4 (Srbobran 2010. godina).

Tester su ravnomerno podeljeni na Z3 tester sa ubedljivo najnižim brojem redova zrna na svih šest lokaliteta. Tester Z1 je na pet lokaliteta imao najviši broj redova zrna, osim na lokalitetu Zemun Polje 2011. godine, gde je tester Z3 imao najvišu vrednost.

Tabela 25. Vrednosti roditeljskih komponenti za broj redova zrna

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet					
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
A1	16,3	14,7	16,1	15,6	15,6	16,2
A2	16,9	15,7	17,0	17,7	15,4	16,9
A3	12,6	12,8	13,4	15,8	15,2	16,6
A4	15,1	15,6	14,8	15,6	14,5	17,0
A5	15,7	15,1	14,7	15,8	14,9	15,6
B1	18,3	18,4	18,1	17,4	16,7	18,7
B2	19,0	19,1	18,0	18,5	18,4	19,0
B3	19,8	19,8	16,8	20,1	19,5	20,2
B4	19,4	18,7	18,9	19,2	19,2	19,3
B5	15,9	15,3	15,9	16,7	14,8	15,5
C1	13,3	13,2	14,4	14,3	13,8	13,7
C2	12,3	12,0	12,4	19,4	13,1	12,7
C3	16,6	17,2	17,3	20,5	19,1	21,0
C4	19,6	17,7	18,5	18,7	18,7	19,5
C5	13,4	13,0	14,2	14,6	13,1	15,3
Z1	15,1	13,3	14,1	14,0	13,9	14,7
Z2	12,5	12,3	10,9	11,5	10,6	11,3
Z3	13,0	11,7	11,5	14,3	12,8	13,1
Prosek	15,8	15,3	15,4	16,7	15,5	16,5
LSD 0,05	1,0	1,6	1,7	1,0	1,2	1,4

Vrednosti hibrida za broj redova zrna u Tabeli 26. izdvajaju hibride A5 × Z2 (Zemun Polje obe godine), C1 × Z2 (Školsko dobro 2010. i Srbobran obe godine) i A1 × Z2 (Srbobran 2010. i Školsko dobro 2011. godine) sa najnižom vrednošću za ovu osobinu. Najviše vrednosti broja redova zrna su imali hibridi B1 × Z1 (Školsko dobro i Srbobran 2010. godine), B2 × Z1 (Školsko dobro 2011.godine), B2 × Z1 (Školsko dobro 2010. i Srbobran 2011. godine), C3 × Z1 (Zemun Polje obe godine).

Tabela 26. Vrednosti hibrida za broj redova zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	Lokalitet			
SR			ZP	ŠD	SR	
A1 × Z1	16,2	16,5	16,1	16,5	14,8	15,8
A2 × Z1	16,5	18,5	15,8	18,0	15,9	16,7
A3 × Z1	16,0	16,8	16,2	16,6	16,3	16,1
A4 × Z1	15,9	17,0	16,0	16,3	15,4	15,9
A5 × Z1	14,5	17,3	15,9	16,0	15,2	15,0
B1 × Z1	17,4	20,0	19,5	18,0	17,5	17,1
B2 × Z1	17,6	17,6	18,8	19,9	19,0	15,5
B3 × Z1	18,4	20,0	18,5	19,4	18,6	19,9
B4 × Z1	17,2	18,2	19,0	19,1	17,1	18,4
B5 × Z1	16,1	17,3	16,8	18,9	16,9	16,5
C1 × Z1	15,1	15,3	15,9	16,7	16,8	16,1
C2 × Z1	16,2	15,6	16,0	15,8	16,2	16,2
C3 × Z1	19,1	18,5	18,4	20,2	18,5	19,2
C4 × Z1	14,8	17,7	17,3	18,5	18,0	17,2
C5 × Z1	15,0	14,9	15,0	16,3	15,7	15,7
A1 × Z2	14,3	14,0	13,6	13,7	13,2	13,8
A2 × Z2	15,4	15,6	14,7	14,1	13,6	14,5
A3 × Z2	14,0	14,7	14,2	14,8	13,7	14,1
A4 × Z2	14,5	15,0	15,0	14,4	13,0	13,5
A5 × Z2	12,9	15,1	13,8	13,5	13,4	13,2
B1 × Z2	16,2	16,6	15,5	16,5	15,5	15,8
B2 × Z2	15,9	15,0	16,2	15,8	15,8	16,8
B3 × Z2	15,7	14,8	16,4	16,4	16,2	16,3
B4 × Z2	15,7	14,7	15,6	16,0	16,2	15,8
B5 × Z2	14,5	14,1	14,1	15,1	14,4	14,5
C1 × Z2	14,4	13,8	13,6	15,0	13,6	13,1
C2 × Z2	14,6	14,7	14,1	14,9	14,2	14,3
C3 × Z2	16,0	16,8	16,1	17,3	16,7	17,0
C4 × Z2	15,3	15,7	16,0	15,1	15,9	15,7
C5 × Z2	13,9	14,0	14,2	14,4	14,1	14,1
A1 × Z3	16,1	19,2	15,7	16,1	15,1	16,0
A2 × Z3	15,8	16,4	16,4	16,8	15,2	16,4
A3 × Z3	15,2	16,1	15,7	16,2	15,7	15,4
A4 × Z3	14,9	17,3	15,0	16,2	15,1	15,0
A5 × Z3	14,2	17,8	15,2	15,3	13,9	14,5
B1 × Z3	17,2	18,6	18,7	18,2	18,9	17,8
B2 × Z3	17,7	16,6	17,2	18,2	17,3	18,4
B3 × Z3	18,4	17,2	18,4	17,7	17,6	18,6
B4 × Z3	17,6	17,6	18,4	19,6	17,5	18,2
B5 × Z3	16,5	16,6	16,2	16,9	15,9	16,2
C1 × Z3	15,4	15,0	15,6	16,4	15,8	15,3
C2 × Z3	16,3	15,8	15,8	16,1	16,0	15,1
C3 × Z3	18,3	17,6	17,0	18,5	18,4	18,1
C4 × Z3	16,1	16,8	17,4	17,9	17,8	17,1
C5 × Z3	17,8	16,8	17,1	16,4	16,3	15,7
<b>Prosek</b>	15,9	16,5	16,2	16,7	16,0	16,0
<b>LSD 0,05</b>	1,1	1,4	1,2	1,4	1,1	1,5



Pregled OKS u Tabeli 27. prikazuje izuzetno veliki broj roditeljskih komponenti koje su prešle prag značajnosti od  $LSD=0,01$ . Linije A3, A4, C1 i C5 su imale statistički značajne negativne vrednosti na svih šest lokaliteta, s tim da je jedino linija C1 statistički negativno značajna na svih šest, a ostale linije na pet lokaliteta. Sa druge strane linije B1, B3, B4, C3 su imale pozitivne OKS vrednosti na svim lokalitetima, s tim su da linije B1 i C3 statistički pozitivno značajne na svim lokalitetima, a linije B3 i B4 pozitivno značajne na pet, odnosno četiri lokaliteta.

Tester su podeljeni na Z2 tester koji je imao statistički veoma značajne negativne OKS vrednosti na svim lokalitetima i testere Z1 i Z3 kao statistički vrlo značajne pozitivne OKS kombinatore na svim lokalitetima.

Tabela 27. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za broj redova zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	-0,39	0,10	-1,05**	-1,23**	-1,59**	-0,84**
A2	-0,03	0,36	-0,55*	-0,36	-1,05**	-0,17
A3	-0,86**	-0,60	-0,81**	-0,79**	-0,73**	-0,84**
A4	-0,83**	-0,04	-0,85**	-1,03**	-1,45**	-1,25**
A5	-2,06**	0,26	-1,22**	-1,73**	-1,79**	-1,80**
B1	1,01**	1,93**	1,72**	0,91**	1,35**	0,86**
B2	1,14**	-0,07	1,22**	1,31**	1,41**	0,87**
B3	1,57**	0,86	1,59*	1,17**	1,51**	2,24**
B4	0,91**	0,36	1,50	1,57**	0,98**	1,43**
B5	-0,23	-0,47	-0,48	0,31	-0,22	-0,29
C1	-0,96**	-1,77**	-1,15**	-0,63*	-0,55*	-1,20**
C2	-0,24	-1,10	-0,88**	-1,06**	-0,49	-0,84**
C3	1,87**	1,16*	0,97**	2,01**	1,91**	2,07**
C4	-0,53*	0,26	0,71*	0,51	1,27**	0,63*
C5	-0,36	-1,24**	-0,75**	-0,96**	-0,59*	-0,87**
Z1	0,47**	0,94**	0,83**	1,09**	0,84**	0,72**
Z2	-1,04**	-1,50**	-1,30**	-1,53**	-1,32**	-1,20**
Z3	0,57**	0,56**	0,47**	0,44**	0,48**	0,48**
LSD lin 0,05	0,44	0,90	0,55	0,55	0,50	0,59
LSD lin 0,01	0,59	1,20	0,74	0,74	0,67	0,79
LSD test 0,05	0,20	0,40	0,25	0,25	0,22	0,27
LSD test 0,01	0,26	0,54	0,33	0,33	0,30	0,35

Tabela 28. Vrednosti PKS hibrida za broj redova zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	Lokalitet			
SR			ZP	ŠD	SR	
A1 × Z1	0,19	-1,01	0,14	-0,02	-0,41	-0,12
A2 × Z1	0,13	0,72	-0,66	0,61	0,16	0,11
A3 × Z1	0,46	-0,01	0,00	-0,35	0,23	0,18
A4 × Z1	0,33	-0,38	-0,16	-0,42	0,06	0,39
A5 × Z1	0,16	-0,38	0,08	-0,02	0,19	0,05
B1 × Z1	-0,01	0,66	0,77	-0,65	-0,64	-0,49
B2 × Z1	0,06	0,26	0,57	0,85	0,79	-2,12**
B3 × Z1	0,43	1,72*	-0,09	0,48	0,29	0,90
B4 × Z1	-0,11	0,42	0,53	-0,22	-0,67	0,21
B5 × Z1	-0,07	0,36	0,27	0,85	0,33	0,08
C1 × Z1	-0,34	-0,34	0,04	-0,42	0,56	0,55
C2 × Z1	0,04	-0,71	-0,13	-0,89	-0,11	0,28
C3 × Z1	0,83	-0,08	0,37	0,45	-0,21	0,37
C4 × Z1	-1,07**	0,02	-0,47	0,25	-0,07	-0,19
C5 × Z1	-1,04**	-1,28	-1,26*	-0,49	-0,51	-0,19
A1 × Z2	-0,19	-1,07	-0,23	-0,21	0,15	-0,20
A2 × Z2	0,54	0,26	0,37	-0,67	0,02	-0,16
A3 × Z2	-0,02	0,33	0,13	0,46	-0,23	0,10
A4 × Z2	0,44	0,06	0,97	0,29	-0,18	-0,09
A5 × Z2	0,08	-0,14	0,14	0,09	0,55	0,17
B1 × Z2	0,31	-0,30	-1,10*	0,46	-0,48	0,06
B2 × Z2	-0,12	0,10	0,10	-0,64	-0,25	1,10*
B3 × Z2	-0,76	-1,04	-0,02	0,09	0,05	-0,74
B4 × Z2	-0,09	-0,64	-0,78	-0,71	0,59	-0,46
B5 × Z2	-0,16	-0,40	-0,30	-0,34	-0,01	-0,05
C1 × Z2	0,48	0,60	-0,13	0,49	-0,48	-0,53
C2 × Z2	-0,09	0,83	0,10	0,83	0,05	0,30
C3 × Z2	-0,76	0,66	0,25	0,16	0,15	0,12
C4 × Z2	0,94*	0,46	0,43	-0,54	0,00	0,24
C5 × Z2	-0,62	0,26	0,07	0,23	0,05	0,14
A1 × Z3	-0,01	2,08*	0,09	0,23	0,25	0,32
A2 × Z3	-0,67	-0,99	0,30	0,06	-0,18	0,05
A3 × Z3	-0,44	-0,32	-0,14	-0,11	-0,01	-0,28
A4 × Z3	-0,77*	0,31	-0,81	0,13	0,12	-0,30
A5 × Z3	-0,24	0,51	-0,23	-0,07	-0,75	-0,22
B1 × Z3	-0,31	-0,36	0,33	0,19	1,12*	0,43
B2 × Z3	0,06	-0,36	-0,67	-0,21	-0,55	1,03*
B3 × Z3	0,33	-0,69	0,11	-0,57	-0,35	-0,16
B4 × Z3	0,19	0,21	0,25	0,93	0,09	0,25
B5 × Z3	0,23	0,04	0,03	-0,51	-0,31	-0,03
C1 × Z3	-0,14	-0,26	0,10	-0,07	-0,08	-0,02
C2 × Z3	0,04	-0,12	0,03	0,06	0,05	-0,58
C3 × Z3	-0,07	-0,59	-0,62	-0,61	0,05	-0,49
C4 × Z3	0,13	-0,49	0,04	0,29	0,07	-0,05
C5 × Z3	1,66**	1,01	1,20*	0,26	0,45	0,05
LSD 0,05	0,77	1,56	0,96	0,96	0,87	1,03
LSD 0,01	1,02	2,08	1,28	1,28	1,16	1,37

Vrednosti PKS ispitivanih hibrida iz Tabele 28. izdvajaju hibride  $B2 \times Z1$ ,  $B3 \times Z1$ ,  $C4 \times Z1$ ,  $C5 \times Z1$ ,  $B1 \times Z2$ ,  $B2 \times Z2$ ,  $C4 \times Z2$ ,  $A1 \times Z3$ ,  $A4 \times Z3$ ,  $B1 \times Z3$ ,  $B2 \times Z3$  i  $C5 \times Z3$ , koji su ostvarili značajne PKS vrednosti sa pozitivnim ili negativnim predznakom na bar jednom lokalitetu. Hibrid  $C5 \times Z1$  je ostvario negativne PKS vrednosti na svih šest lokaliteta, od toga dve statistički značajne (Zemun Polje i Srbobran 2010. godine). Isti hibrid je nastao je kombinovanjem statistički značajno negativnog OKS (C5) i statistički značajno pozitivnog OKS (Z1) kombinatora. Isti opšti kombinator (C5) je sa testerom Z3 ostvario pozitivne PKS vrednosti na svih šest lokaliteta, od toga dve statistički značajno pozitivne (Zemun Polje i Školsko dobro 2010. godine).  $C5 \times Z3$  hibrid je nastao kombinovanjem statistički značajno negativnog i pozitivnog opšteg kombinatora. Hibrid  $B3 \times Z1$  je ostvario pozitivne PKS vrednosti na pet lokaliteta, s tim da je na Školsko dobro 2010. godine. PKS vrednost statistički značajna. Ova kombinacija je ostvarena kombinovanjem dva pozitivna i značajna opšta kombinatora. Sve značajno pozitivne vrednosti su dobijene uglavnom kombinovanjem dva pozitivna opšta kombinatora.

Preko analize komponenata genetičke varijanse ustanovljeno je da u nasleđivanju broja redova zrna udela imaju obe varijanse (Tabela 29), s tim da preovlađujuću ulogu ima neaditivna varijansa. Odnos OKS/PKS je na pet od šest lokaliteta niži od 1. Međutim, jedino je na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine, odnos OKS/PKS prešao graničnu vrednost 1 i ukazao na preovlađujuću ulogu aditivnih gena u nasleđivanju broja redova zrna.

Tabela 29. Komponente genetičke varijanse za broj redova zrna

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	0,1168	0,1350	0,1502	0,1883	0,1817	0,1631
<b>OKS varijansa</b>	0,0584	0,0675	0,0751	0,0942	0,0908	0,0816
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	0,2577	0,1352	0,1399	0,1179	0,0458	0,1347
<b>PKS varijansa</b>	0,2577	0,1352	0,1399	0,1179	0,0458	0,1347
<b>OKS/PKS</b>	0,2266	0,4994	0,5367	0,7989	1,9824	0,6056

### 5.1.5. Broj zrna u redu

Tabela 30. prikazuje statistički neznačajno variranje testera za broj zrna u redu na četiri lokaliteta, osim Zemun Polje 2010. i Srbobran 2011. godine. Parametar linija × tester je imao neznačajno variranje na pet lokaliteta, osim u Zemun Polje 2011. godine. Majčinske komponente su varirale na četiri lokaliteta, ali su i one bile uniformnije i nisu značajno varirale samo na lokalitetima ZemunPolje u obe godine.

Tabela 30. Značajnost variranja broja zrna u redu ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR	
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	**	**	**	**	**	**
<b>(R vs. U)</b>	1	**	**	**	**	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	**	**	*	**	**	**
<b>Linije, majke</b>	14	ns	**	**	ns	**	**
<b>Tester, očevi</b>	2	**	ns	ns	ns	ns	*
<b>Linija × tester</b>	28	ns	ns	ns	*	ns	ns

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Vrednosti u Tabeli 31. izdvajaju liniju C2 kao komponentu sa najmanjim brojem zrna u redu, a linije A3 (Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine), A4 (Školsko dobro i Srbobran 2010. godine), A5 (Srbobran 2011. godine) i C5 (Zemun Polje 2010. godine) kao majčinske komponente sa najvećim brojem zrna u redu. Od pomenutih linija, jedino A3 na pet lokaliteta ponavlja nadprosečne vrednosti, osim na lokalitetu Zemun Polje 2010. Kao i kod majki, testeri su u pogledu na najviše vrednosti pokazale variranje. Testeri Z1 i Z3 su svaki na po tri lokaliteta imali najveći broj redova zrna u redu, dok je tester Z2 na pet lokaliteta, osim u Zemun Polju 2010. godine imao najnižu vrednost.

Tabela 31. Vrednosti roditeljskih komponenti za broj zrna u redu

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet		Lokalitet		Lokalitet	
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
<b>A1</b>	23,1	27,4	23,5	22,3	21,5	27,8
<b>A2</b>	25,6	27,8	26,1	27,0	23,7	26,9
<b>A3</b>	22,7	27,6	26,9	29,9	29,0	29,4
<b>A4</b>	26,1	30,0	28,5	25,2	22,3	29,6
<b>A5</b>	24,7	24,8	25,6	23,1	22,6	30,9
<b>B1</b>	28,8	26,7	22,0	25,1	22,1	24,9
<b>B2</b>	27,5	25,3	21,3	25,2	26,9	23,4
<b>B3</b>	26,3	24,4	24,5	22,7	22,8	21,3
<b>B4</b>	30,1	29,6	25,4	29,2	27,3	25,8
<b>B5</b>	25,3	23,4	22,8	21,4	22,4	22,2
<b>C1</b>	28,7	27,5	28,4	23,2	24,1	24,4
<b>C2</b>	26,1	19,9	17,2	20,3	20,1	20,3
<b>C3</b>	25,0	21,1	20,5	22,5	21,9	24,0
<b>C4</b>	29,4	23,0	22,5	26,5	23,2	23,8
<b>C5</b>	30,2	27,2	24,0	24,6	20,5	28,5
<b>Z1</b>	33,2	33,2	28,8	33,0	27,0	35,5
<b>Z2</b>	29,6	32,7	22,2	30,0	26,8	25,7
<b>Z3</b>	34,5	33,1	25,9	33,7	30,8	29,7
<b>Prosek</b>	27,6	26,9	24,7	25,8	24,2	26,3
<b>LSD 0,05</b>	2,4	6,4	3,9	5,5	6,4	3,2

Raspored najnižih vrednosti hibrida nije tako stabilan kao kod roditeljskih komponenti (Tabela 32). Najmanji broj zrna u redu imao je hibrid B1 × Z2 na lokalitetima Zemun Polje i Srbobran 2011. godine, gde je na ostalim lokalitetima isti hibrid je imao vrednosti niže od prosečnih, ali ne i najniže. B1 × Z1 (Zemun Polje 2010. godine), A5 × Z3 (Školsko dobro 2010. godine), C1 × Z2 (Srbobran 2010. godine) i B3 × Z2 (Školsko dobro 2011. godine) su kombinacije koje su imale najnižu vrednost na samo jednom lokalitetu. Sa druge strane, hibrid C5 × Z2 je imao na pet lokaliteta najveći broj zrna u redu, izuzev lokaliteta Zemun Polje 2011, gde je isti hibrid imao natprosečnu vrednost. Interesantno je da je situacija kod hibrida suprotna onoj kod roditelja. Najniže vrednosti su bile stabilne i ponavljale se kod istih roditelja (C2 i Z2) kroz lokalitete, dok su kod hibrida bile stabilne samo najviše vrednosti i ponavljale se kroz lokalitete (C5 × Z2).

Tabela 32. Vrednosti hibrida za broj zrna u redu

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	Lokalitet			
SR			ZP	ŠD	SR	
A1 × Z1	44,1	40,0	37,4	41,5	39,3	45,3
A2 × Z1	41,8	38,3	36,4	38,4	37,9	40,6
A3 × Z1	43,8	41,6	40,2	46,4	43,5	44,8
A4 × Z1	39,4	40,4	39,2	41,6	41,1	41,5
A5 × Z1	42,6	40,9	39,8	40,5	38,3	41,4
B1 × Z1	33,1	40,1	38,7	40,6	41,5	42,9
B2 × Z1	38,7	41,1	35,0	40,0	39,0	39,1
B3 × Z1	36,4	39,8	35,3	38,8	36,5	40,7
B4 × Z1	40,9	41,4	37,4	38,6	41,3	41,0
B5 × Z1	39,3	43,8	36,0	40,3	36,8	40,1
C1 × Z1	44,4	43,5	38,9	44,5	39,4	40,7
C2 × Z1	37,9	42,6	40,6	40,6	40,4	41,5
C3 × Z1	38,7	42,2	39,8	39,8	37,1	39,3
C4 × Z1	39,0	41,2	35,2	40,3	38,5	42,4
C5 × Z1	39,6	43,8	40,0	41,6	39,6	42,3
A1 × Z2	43,6	41,7	38,1	42,3	43,3	45,3
A2 × Z2	42,1	41,6	36,4	42,1	39,4	42,3
A3 × Z2	44,3	43,0	44,2	47,2	43,9	45,4
A4 × Z2	44,0	40,2	41,1	39,3	43,1	43,4
A5 × Z2	43,9	38,8	39,1	40,3	39,2	42,5
B1 × Z2	40,5	40,3	37,3	36,9	37,3	36,3
B2 × Z2	43,2	40,6	37,5	41,2	37,2	40,8
B3 × Z2	45,1	40,0	37,5	41,7	32,1	41,5
B4 × Z2	42,7	42,7	34,3	43,7	38,2	41,2
B5 × Z2	45,2	42,7	34,6	38,0	35,7	40,5
C1 × Z2	42,3	46,5	34,0	42,7	41,8	40,9
C2 × Z2	41,0	39,0	36,9	43,6	44,3	40,5
C3 × Z2	42,9	40,1	38,3	40,0	37,6	37,5
C4 × Z2	43,4	41,5	34,2	38,0	35,5	40,0
C5 × Z2	46,8	45,0	41,8	46,0	44,7	46,5
A1 × Z3	41,0	37,5	39,7	42,0	41,1	43,8
A2 × Z3	41,6	38,9	39,9	41,1	41,7	42,4
A3 × Z3	42,4	44,0	41,8	38,5	43,3	46,4
A4 × Z3	41,6	40,5	41,5	41,3	40,9	43,2
A5 × Z3	43,9	33,8	38,1	43,9	40,8	41,7
B1 × Z3	41,0	36,7	36,9	39,7	36,2	44,0
B2 × Z3	40,6	40,4	34,8	41,1	38,5	44,2
B3 × Z3	38,7	39,9	36,3	41,1	36,1	42,0
B4 × Z3	42,4	37,3	35,5	42,9	40,0	41,1
B5 × Z3	40,0	39,6	39,9	43,2	38,7	41,2
C1 × Z3	41,5	43,6	37,5	41,8	40,6	42,8
C2 × Z3	39,8	43,8	38,3	42,6	42,5	44,7
C3 × Z3	38,0	42,0	36,5	39,1	37,0	41,8
C4 × Z3	41,5	41,3	38,5	43,9	38,8	40,6
C5 × Z3	38,1	42,7	38,8	48,9	39,0	44,6
<b>Prosek</b>	41,4	41,0	38,0	41,5	39,5	42,1
<b>LSD 0,05</b>	5,8	3,8	5,3	4,7	3,6	4,5

OKS vrednosti u Tabeli 33. izdvajaju linije A3 i C5 kao najbolje opšte kombinatore, koji su na svih šest lokaliteta bile pozitivne, a značajno pozitivne na pet, odnosno na četiri lokaliteta. Najlošiji opšti kombinator je linija B1, jedina koja ima negativnu OKS vrednost na svih šest lokaliteta, od toga tri značajno negativnu. Tester i su se podelili na Z3 tester koji je na četiri lokaliteta imao najviše OKS vrednosti, od toga je na lokalitetu Srbobran 2010. godine pozitivno značajna. Tester Z1 je na lokalitetu Zemun Polje 2010. godine imao pozitivnu i značajnu OKS vrednost. Tester Z1 se izdvaja kao najlošiji kombinator sa najnižom OKS vrednošću na četiri lokaliteta, izuzev Zemun Polja i Školskog dobra 2010. godine

Tabela 33. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za broj redova zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>A1</b>	1,51	-1,29	0,43	0,43	1,71*	2,76**
<b>A2</b>	0,43	-1,46	-0,44	-0,96	0,13	-0,27
<b>A3</b>	2,10*	1,83	4,07**	2,51*	4,02**	3,49**
<b>A4</b>	0,26	-0,66	2,60*	-0,76	2,17*	0,66
<b>A5</b>	2,05	-3,19**	1,02	0,03	-0,10	-0,17
<b>B1</b>	-3,20**	-1,99*	-0,34	-2,42*	-1,20	-0,99
<b>B2</b>	-0,57	-0,34	-2,22*	-0,72	-1,30	-0,67
<b>B3</b>	-1,32	-1,12	-1,60	-0,96	-4,65**	-0,69
<b>B4</b>	0,60	-0,55	-2,26*	0,25	0,33	-0,94
<b>B5</b>	0,10	1,00	-1,14	-1,01	-2,46**	-1,44
<b>C1</b>	1,34	3,53**	-1,16	1,52	1,07	-0,61
<b>C2</b>	-1,81	0,77	0,63	0,76	2,90**	0,16
<b>C3</b>	-1,54	0,38	0,22	-1,88	-2,30*	-2,52**
<b>C4</b>	-0,09	0,29	-2,02*	-0,76	-1,92*	-1,06
<b>C5</b>	0,12	2,81**	2,22*	3,99**	1,60	2,30**
<b>Z1</b>	-1,42*	0,36	0,01	-0,60	-0,18	-0,49
<b>Z2</b>	2,01**	0,54	-0,30	0,03	0,03	-0,43
<b>Z3</b>	-0,59	-0,90*	0,29	0,57	0,15	0,92*
<b>LSD lin 0,05</b>	2,07	1,85	2,01	2,03	1,66	1,68
<b>LSD lin 0,01</b>	2,75	2,46	2,67	2,70	2,21	2,23
<b>LSD test 0,05</b>	0,92	0,83	0,90	0,91	0,74	0,75
<b>LSD test 0,01</b>	1,23	1,10	1,20	1,21	0,99	1,00

B1 × Z1 i C5 × Z2 su hibridne kombinacije koje su imale pozitivno značajne PKS vrednosti (Tabela 34). Hibrid C5 × Z2 na ostalim lokalitetima pokazuje pozitivne PKS vrednosti.

Tabela 34. Vrednosti PKS hibrida za broj zrna u redu

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>A1 × Z1</b>	2,57	-0,06	-1,02	0,21	-1,72	0,99
<b>A2 × Z1</b>	1,36	-1,67	-1,20	-1,52	-1,61	-0,68
<b>A3 × Z1</b>	1,72	-1,63	-1,89	2,98	0,13	-0,22
<b>A4 × Z1</b>	-0,88	-0,34	-1,42	1,48	-0,43	-0,71
<b>A5 × Z1</b>	0,58	2,74	0,76	-0,46	-0,98	-0,01
<b>B1 × Z1</b>	-3,72*	0,74	1,08	2,11	3,32*	2,29
<b>B2 × Z1</b>	-0,69	0,02	-0,80	-0,14	0,97	-1,81
<b>B3 × Z1</b>	-2,22	-0,45	-1,12	-1,11	1,77	-0,22
<b>B4 × Z1</b>	0,32	0,57	1,65	-2,54	1,62	0,39
<b>B5 × Z1</b>	-0,79	1,42	-0,81	0,38	-0,07	-0,03
<b>C1 × Z1</b>	3,10	-1,38	2,09	2,07	-0,97	-0,30
<b>C2 × Z1</b>	-0,22	0,46	2,01	-1,05	-1,81	-0,26
<b>C3 × Z1</b>	0,22	0,42	1,59	0,74	0,02	0,26
<b>C4 × Z1</b>	-0,90	-0,47	-0,75	0,17	1,09	1,85
<b>C5 × Z1</b>	-0,46	-0,38	-0,18	-3,33	-1,31	-1,53
<b>A1 × Z2</b>	-1,30	1,44	-0,01	0,33	2,04	0,93
<b>A2 × Z2</b>	-1,69	1,45	-0,87	1,52	-0,27	0,96
<b>A3 × Z2</b>	-1,21	-0,41	2,41	3,12	0,30	0,32
<b>A4 × Z2</b>	0,30	-0,70	0,82	-1,48	1,41	1,12
<b>A5 × Z2</b>	-1,59	0,39	0,40	-1,30	-0,25	1,06
<b>B1 × Z2</b>	0,33	0,74	-0,07	-2,22	-1,07	-4,31**
<b>B2 × Z2</b>	0,33	-0,66	2,03	0,40	-1,07	-0,11
<b>B3 × Z2</b>	3,03	-0,43	1,46	1,16	-2,85	0,54
<b>B4 × Z2</b>	-1,33	1,69	-1,14	1,95	-1,65	0,51
<b>B5 × Z2</b>	1,73	0,09	-1,94	-2,56	-1,39	0,33
<b>C1 × Z2</b>	-2,47	1,42	-2,50	-0,32	1,13	-0,15
<b>C2 × Z2</b>	-0,57	-3,37*	-1,38	1,29	1,88	-1,27
<b>C3 × Z2</b>	1,05	-1,88	0,43	0,38	0,35	-1,58
<b>C4 × Z2</b>	0,13	-0,37	-1,50	-2,77	-2,10	-0,55
<b>C5 × Z2</b>	3,24	0,61	1,85	0,48	3,55*	2,21
<b>A1 × Z3</b>	-1,28	-1,38	1,03	-0,54	-0,33	-1,92
<b>A2 × Z3</b>	0,33	0,21	2,07	0,00	1,88	-0,28
<b>A3 × Z3</b>	-0,51	2,05	-0,52	-6,10**	-0,43	-0,09
<b>A4 × Z3</b>	0,57	1,04	0,60	0,00	-0,98	-0,41
<b>A5 × Z3</b>	1,01	-3,13	-1,16	1,76	1,23	-1,06
<b>B1 × Z3</b>	3,38	-1,48	-1,01	0,11	-2,24	2,01
<b>B2 × Z3</b>	0,36	0,65	-1,23	-0,26	0,11	1,92
<b>B3 × Z3</b>	-0,82	0,88	-0,35	-0,05	1,08	-0,32
<b>B4 × Z3</b>	1,02	-2,27	-0,51	0,59	0,03	-0,89
<b>B5 × Z3</b>	-0,94	-1,52	2,75	2,18	1,47	-0,29
<b>C1 × Z3</b>	-0,63	-0,04	0,41	-1,75	-0,16	0,45
<b>C2 × Z3</b>	0,79	2,91	-0,62	-0,25	-0,07	1,53
<b>C3 × Z3</b>	-1,28	1,46	-2,02	-1,13	-0,37	1,31
<b>C4 × Z3</b>	0,77	0,84	2,25	2,60	1,01	-1,30
<b>C5 × Z3</b>	-2,78	-0,23	-1,66	2,85	-2,24	-0,68
<b>LSD 0,05</b>	3,58	3,21	3,49	3,52	2,87	2,91
<b>LSD 0,01</b>	4,76	4,27	4,63	4,68	3,82	3,86



Hibrid  $B1 \times Z1$  na pet lokaliteta ostvaruje pozitivnu PKS vrednost, dok na lokalitetu Zemun Polje 2010. godine ima negativnu i značajnu PKS vrednost, nastalu spajanjem dva značajno negativna opšta kombinatora. Značajno pozitivne PKS vrednosti na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine su dobijene ukrštanjem dva pozitivna ( $C5$  i  $Z2$ ) ili dva negativna opšta kombinatora ( $B1$  i  $Z1$ ). Hibrid  $A3 \times Z3$ , koji je nastao kombinovanjem najboljih opštih kombinatora, na lokalitetu Zemun Polje 2011. godine je postigao najnižu značajno negativnu PKS vrednost. Isti hibrid na još četiri lokaliteta, osim Školsko dobro 2010. godine je ostvario negativnu PKS vrednost, ali te vrednosti nisu bile značajne. Hibrid  $C5 \times Z1$  imao je jedini na svih šest lokaliteta sve negativne PKS vrednosti.

U nasleđivanju broja zrna u redu neaditivna komponenta je pokazala da ima preovlađujuću ulogu. OKS/PKS na svih šest lokaliteta nije prešao jedinicu, kao graničnu vrednost (Tabela 35). U Srbobranu 2010. godine odnos OKS/PKS je bio nešto viši (0,5521), ali nedovoljno visok da prevagne na stranu aditivne varijanse.

Tabela 35. Komponente genetičke varijanse za broj zrna u redu

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	0,2172	0,1853	0,1739	0,0736	0,3009	0,1634
<b>OKS varijansa</b>	0,1086	0,0927	0,0869	0,0368	0,1505	0,0817
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	0,8172	0,4384	0,1574	2,2782	1,3549	0,3783
<b>PKS varijansa</b>	0,8172	0,4384	0,1574	2,2782	1,3549	0,3783
<b>OKS/PKS</b>	0,1329	0,2114	0,5521	0,0162	0,1110	0,2160

### 5.1.6. Dubina zrna

Značajnost variranja izvora u Tabeli 36. izdvaja parametar linija × tester koji na pet od šest lokaliteta nije pokazao značajno variranje. Tester su pokazali značajno variranje na lokalitetima Zemun Polje i Školsko dobro 2010. godine, dok su linije (majke) i roditelji (linije i tester) na po jednom lokalitetu imali nesigifikantno variranje dubine zrna. Osim interakcije linija × tester koja je na pet lokaliteta uniformna i ne pokazuje variranje, može se zaključiti da ostali izvori variranja pokazuju značajnu varijabilnost.

Tabela 36. Značajnost variranja dubine zrna ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		Lokalitet					
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	*	ns	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	**	**	**	**	ns	*
<b>(R vs. U)</b>	1	**	**	**	**	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	*	**	**	**	**	*
<b>Linije, majke</b>	14	*	ns	**	**	*	*
<b>Tester, očevi</b>	2	ns	ns	**	**	*	**
<b>Linija × tester</b>	28	ns	**	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Srednje vrednosti za dubinu zrna iz Tabele 37. izdvajaju liniju B5 koja je na četiri lokaliteta imala najniže vrednosti. A2 (Zemun Polje 2010. godine) i C5 (Školsko dobro 2011. godine) su linije su imale najniže vrednosti na samo jednom lokalitetu, s tim da je samo A2 imala na ostalim lokalitetima vrednosti niže od prosečnih. Linija C3 je imala četiri puta najvišu vrednost, a linije B1 (Srbobran 2010. godine) i C4 (Zemun Polje 2010. godine) samo jednom. Linija C2 je na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine delila prvo mesto po dubini zrna sa linijom C3, dok je na još četiri lokaliteta imala prosečnu i nadprosečnu vrednost. Tester Z1 i Z3 su sa po tri lokaliteta podeljeni prema najnižoj vrednosti dubine

zrna, ali je tester Z2 na pet lokaliteta (osim Zemun Polja 2010. godine) imao najveću dubinu zrna.

Tabela 37. Vrednosti roditeljskih komponenti za dubinu zrna (cm)

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet					
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
A1	0,90	0,82	0,92	0,82	0,78	0,90
A2	0,73	0,74	0,78	0,78	0,74	0,80
A3	0,88	0,75	0,88	0,84	0,79	0,80
A4	0,88	0,92	0,88	0,74	0,73	0,91
A5	0,83	0,91	0,87	0,87	0,74	0,91
B1	0,90	0,90	0,93	0,86	0,75	0,94
B2	0,86	0,87	0,78	0,80	0,77	0,86
B3	0,92	0,90	0,75	0,93	0,88	0,94
B4	0,88	0,95	0,90	0,85	0,81	0,89
B5	0,76	0,70	0,68	0,72	0,74	0,75
C1	0,85	0,75	0,80	0,82	0,80	0,82
C2	0,89	0,73	0,79	0,95	0,97	0,99
C3	0,98	0,80	0,75	1,03	0,97	1,01
C4	0,94	0,94	0,85	0,95	0,93	0,87
C5	0,90	0,70	0,79	0,78	0,71	0,89
Z1	0,94	0,73	0,79	0,76	0,82	0,86
Z2	1,02	0,93	0,81	0,81	0,86	0,94
Z3	0,89	0,89	0,76	0,91	0,84	0,83
<b>Prosek</b>	0,89	0,83	0,82	0,85	0,81	0,88
<b>LSD 0,05</b>	0,09	0,11	0,11	0,06	0,11	0,09

Vrednosti dubine zrna hibrida su prikazane u Tabeli 38. Najveću dubinu zrna na pet lokaliteta imao je hibrid C2 × Z2. Jedino je na lokalitetu Zemun Polje 2010. godine hibrid A5 × Z1 imao najveću dubinu zrna. Hibridi B1 × Z1 (Zemun Polje 2010. i Srbobran 2011. godine), B2 × Z1 (Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine), C4 × Z1 (Srbobran 2010. godine), B1 × Z3 (Školsko dobro 2010. godine) su kombinacije koje su ostvarile najniže vrednosti za dubinu zrna. Od napomenutih hibrida jedino je hibrid B2 × Z1 na svih šest lokaliteta imao vrednosti niže od prosečnih.

Tabela 38. Vrednosti hibrida za dubinu zrna (cm)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	Lokalitet			
SR			ZP	ŠD	SR	
A1 × Z1	1,17	1,22	1,26	1,06	1,08	1,10
A2 × Z1	1,14	1,10	1,08	1,03	1,04	1,06
A3 × Z1	1,24	1,13	1,15	1,11	1,07	1,07
A4 × Z1	1,18	1,15	1,11	1,14	1,03	1,04
A5 × Z1	1,26	1,18	1,12	1,22	1,11	1,05
B1 × Z1	1,03	1,13	1,11	1,03	1,08	0,94
B2 × Z1	1,12	1,12	1,07	0,97	0,95	1,03
B3 × Z1	1,11	1,06	1,09	1,09	1,09	0,98
B4 × Z1	1,16	1,17	1,08	0,99	1,04	0,95
B5 × Z1	1,07	1,19	1,02	0,99	0,96	0,96
C1 × Z1	1,13	1,11	1,03	1,13	1,07	1,05
C2 × Z1	1,09	1,14	1,16	1,17	1,16	1,15
C3 × Z1	1,17	1,25	1,13	1,10	1,08	1,15
C4 × Z1	1,10	1,15	0,96	1,03	1,09	1,07
C5 × Z1	1,17	1,16	1,11	1,13	1,08	1,08
A1 × Z2	1,16	1,15	1,25	1,16	1,10	1,09
A2 × Z2	1,21	1,17	1,18	1,11	1,09	1,12
A3 × Z2	1,20	1,07	1,13	1,20	1,14	1,12
A4 × Z2	1,20	1,22	1,23	1,18	1,16	1,03
A5 × Z2	1,20	1,11	1,21	1,10	1,14	1,18
B1 × Z2	1,13	1,19	1,22	1,13	1,11	1,05
B2 × Z2	1,10	1,12	1,18	1,05	1,11	1,13
B3 × Z2	1,16	1,13	1,21	1,12	1,05	1,08
B4 × Z2	1,15	1,12	1,15	1,10	1,12	1,17
B5 × Z2	1,09	1,07	1,14	1,00	1,02	1,07
C1 × Z2	1,24	1,07	1,13	1,10	1,06	1,09
C2 × Z2	1,19	1,36	1,29	1,24	1,23	1,23
C3 × Z2	1,22	1,12	1,26	1,18	1,17	1,05
C4 × Z2	1,22	1,15	1,15	1,13	1,11	1,04
C5 × Z2	1,11	1,15	1,16	1,22	1,13	1,18
A1 × Z3	1,12	1,05	1,17	1,18	1,06	1,18
A2 × Z3	1,18	1,17	1,14	1,10	1,02	1,13
A3 × Z3	1,14	1,12	1,18	1,10	1,11	1,07
A4 × Z3	1,20	1,09	1,14	1,03	1,08	1,02
A5 × Z3	1,16	1,12	1,12	1,11	1,10	1,12
B1 × Z3	1,18	1,03	1,12	1,06	1,13	1,10
B2 × Z3	1,11	1,10	1,06	1,02	1,06	0,98
B3 × Z3	1,15	1,11	1,11	1,08	1,06	1,11
B4 × Z3	1,17	1,05	1,00	1,08	1,06	1,07
B5 × Z3	1,08	1,04	1,06	1,04	0,99	1,08
C1 × Z3	1,14	1,08	1,08	1,16	1,08	1,10
C2 × Z3	1,20	1,13	1,17	1,17	1,19	1,14
C3 × Z3	1,23	1,19	1,13	1,11	1,12	1,14
C4 × Z3	1,18	1,10	1,06	1,13	1,07	1,03
C5 × Z3	1,23	1,24	1,20	1,17	1,12	1,10
Prosek	1,16	1,14	1,14	1,11	1,08	1,08
LSD 0,05	0,13	0,11	0,09	0,11	0,21	0,16

Pregled OKS vrednosti iz Tabele 39. izdvajaju liniju B2 i B5 kao najlošije opšte kombinatore sa po šest negativnih OKS vrednosti, od toga dve i četiri značajno negativne. Linije C2 i C3 imale pozitivnu OKS vrednost na svim lokalitetima, od toga pet i tri značajno pozitivne i izdvajaju se kao najbolji opšti kombinatori. Tester su se podelili na Z1 kao najlošiji opšti kombinator sa pet značajnih i negativnih OKS vrednosti. Sa druge strane, najbolji tester je Z2 sa šest pozitivnih OKS vrednosti, od toga četiri značajno pozitivne.

Tabela 39. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za dubinu zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	-0,01	0,01	0,09**	0,03	0,00	0,04
A2	0,02	0,01	0,00	-0,02	-0,19**	0,02
A3	0,03	-0,03	0,02	0,03	0,03	0,01
A4	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	-0,05
A5	0,05*	0,00	0,01	0,04*	0,04	0,03
B1	-0,05*	-0,02	0,01	-0,03	0,03	-0,05
B2	-0,05*	-0,02	-0,03	-0,09**	-0,03	-0,04
B3	-0,02	-0,03	0,00	-0,01	-0,01	-0,02
B4	0,00	-0,02	-0,06**	-0,05*	0,00	-0,02
B5	-0,08**	-0,04	-0,06**	-0,10**	-0,09*	-0,04
C1	0,01	-0,05*	-0,05**	0,03	-0,01	0,00
C2	0,00	0,08**	0,07**	0,09**	0,10**	0,09**
C3	0,05*	0,05*	0,04*	0,02	0,07	0,03
C4	0,01	0,00	-0,08**	-0,01	0,01	-0,03
C5	0,01	0,05*	0,02	0,07**	0,03	0,04
Z1	-0,02*	0,02*	-0,04**	-0,03**	-0,05**	-0,03**
Z2	0,01	0,01	0,06**	0,03**	0,04*	0,03**
Z3	0,00	-0,03**	-0,02*	0,00	0,01	0,01
LSD lin 0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,08	0,06
LSD lin 0,01	0,06	0,06	0,05	0,06	0,10	0,07
LSD test 0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
LSD test 0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03

PKS vrednosti u Tabeli 40. izdvajaju hibrid A2 × Z1 kao jedini koji je na svih šest lokaliteta imao negativne PKS kombinacije, a od njih na lokalitetu Školsko dobro 2011. godine značajno negativnu. Značajno negativnu PKS vrednost, hibrid A2 × Z1 je ostvario ukrštanjem dva značajno negativna opšta kombinatora.

Tabela 40. Vrednosti PKS hibrida za dubinu zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	0,04	0,06	0,07*	-0,05	0,05	0,01
A2 × Z1	-0,02	-0,06	-0,02	-0,03	-0,30**	-0,01
A3 × Z1	0,06	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01
A4 × Z1	0,00	-0,02	-0,01	0,05	-0,01	0,04
A5 × Z1	0,07	0,02	0,01	0,10**	0,04	-0,03
B1 × Z1	-0,06	0,00	0,00	-0,02	0,02	-0,05
B2 × Z1	0,03	-0,01	0,01	-0,01	-0,04	0,02
B3 × Z1	-0,01	-0,05	-0,01	0,02	0,07	-0,04
B4 × Z1	0,02	0,04	0,04	-0,04	0,02	-0,08
B5 × Z1	0,01	0,07	-0,02	0,01	0,01	-0,04
C1 × Z1	-0,02	0,01	-0,01	0,03	0,05	0,01
C2 × Z1	-0,05	-0,08*	-0,01	0,00	0,03	0,01
C3 × Z1	-0,02	0,05	-0,01	0,00	-0,01	0,07
C4 × Z1	-0,05	0,00	-0,06	-0,04	0,05	0,06
C5 × Z1	0,02	-0,04	-0,01	-0,01	0,02	0,00
A1 × Z2	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,02	-0,06
A2 × Z2	0,02	0,01	-0,01	0,00	0,17*	-0,01
A3 × Z2	0,00	-0,05	-0,08*	0,03	-0,01	0,01
A4 × Z2	0,00	0,05	0,01	0,04	0,03	-0,03
A5 × Z2	-0,02	-0,04	0,00	-0,07	-0,02	0,04
B1 × Z2	0,01	0,06	0,01	0,03	-0,04	-0,01
B2 × Z2	-0,02	0,00	0,02	0,01	0,03	0,06
B3 × Z2	0,01	0,02	0,01	0,00	-0,06	0,00
B4 × Z2	-0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,08
B5 × Z2	0,00	-0,04	0,01	-0,04	-0,01	0,01
C1 × Z2	0,06	-0,03	-0,01	-0,06	-0,05	-0,01
C2 × Z2	0,02	0,14**	0,03	0,02	-0,04	0,03
C3 × Z2	0,00	-0,08*	0,03	0,02	0,05	-0,09
C4 × Z2	0,04	0,01	0,04	0,00	-0,02	-0,03
C5 × Z2	-0,07	-0,05	-0,05	0,02	-0,02	0,03
A1 × Z3	-0,03	-0,06	-0,04	0,05	-0,03	0,05
A2 × Z3	0,00	0,05	0,03	0,03	0,13*	0,02
A3 × Z3	-0,06	0,04	0,05	-0,03	-0,01	-0,02
A4 × Z3	0,00	-0,03	0,00	-0,08*	-0,01	-0,02
A5 × Z3	-0,05	0,01	-0,01	-0,03	-0,02	-0,01
B1 × Z3	0,06	-0,06	-0,01	-0,01	0,02	0,06
B2 × Z3	-0,01	0,01	-0,02	0,01	0,01	-0,08
B3 × Z3	0,00	0,03	-0,01	-0,01	-0,01	0,04
B4 × Z3	0,00	-0,04	-0,05	0,03	-0,02	0,00
B5 × Z3	-0,01	-0,03	0,01	0,03	0,00	0,03
C1 × Z3	-0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
C2 × Z3	0,04	-0,06	-0,02	-0,02	0,01	-0,04
C3 × Z3	0,02	0,03	-0,02	-0,02	-0,03	0,02
C4 × Z3	0,01	-0,01	0,03	0,04	-0,03	-0,02
C5 × Z3	0,06	0,09*	0,06	0,00	0,00	-0,03
<b>LSD 0,05</b>	0,08	0,08	0,07	0,08	0,13	0,10
<b>LSD 0,01</b>	0,11	0,11	0,09	0,10	0,18	0,13

U dobijanju ostalih značajno negativnih PKS vrednosti učestvovali su dva pozitivna prosečna ili značajna opšta kombinatora. A2 × Z3 je jedini hibrid koji je imao na svih šest lokaliteta pozitivnu PKS vrednost, od toga je na Školskom dobru 2011. godine vrednost visoko značajna.

Pored ovih nije bilo drugih hibrida koji su na svim lokalitetima imali pozitivnu ili negativnu PKS vrednost na svim lokalitetima. Međutim, sve pozitivno značajne PKS vrednosti u Tabeli 40. za dubinu zrna su dobijene kombinovanjem pozitivnog i negativnog opšteg kombinatora.

Podaci u Tabeli 41. pokazuju da se nasleđivanje osobine dubine zrna nalazi pod kontrolom neaditivne varijanse, tj. neaditivnih gena. Odnos OKS/PKS na svih šest ispitivanih lokaliteta iznosi vrednost manje od jedinice, ukazujući na preovlađujuću ulogu dominacije i epistaze.

Tabela 41. Komponente genetičke varijanse za dubinu zrna

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
Va(F=1)	0,0001	0,0000	0,0003	0,0002	0,0003	0,0001
OKS varijansa	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
<b>Neaditivna varijansa</b>						
Vd(F=1)	0,0002	0,0019	0,0003	0,0004	0,0017	0,0001
PKS varijansa	0,0002	0,0019	0,0003	0,0004	0,0017	0,0001
OKS/PKS	0,1184	0,0057	0,4749	0,2737	0,0780	0,5690

### 5.1.7. Masa 1000 zrna

Pregled značajnosti razlika tretmana iz Tabele 42. ukazuje na statistički neznačajno variranje parametara linija × tester na tri lokaliteta, linije na dva i ukrštanja na jednom lokalitetu. Ostali izvori variranja na svim lokalitetima pokazuju razliku, tj. variranje značajno na nivou P=0,01 ili P=0,05.

Tabela 42. Značajnost variranja mase 1000 zrna ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		Lokalitet					
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Ponavljanja</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Tretmani</b>	62	**	**	**	**	**	**
<b>Roditelji (linije i test)</b>	17	**	*	**	*	*	**
<b>(R vs. U)</b>	1	**	**	**	**	**	**
<b>Ukrštanja, hibridi</b>	44	**	**	**	**	ns	**
<b>Linije, majke</b>	14	**	ns	**	**	ns	*
<b>Tester, očevi</b>	2	**	**	**	**	**	*
<b>Linija × tester</b>	28	**	ns	**	ns	ns	**

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

Vrednosti mase 1000 zrna roditeljskih komponenti u Tabeli 43. izdvajaju liniju C2 kao komponentu sa najvećom masom 1000 zrna na četiri ispitivana lokaliteta (osim Zemun Polja i Školskog dobra 2011. godine). Na preostala dva lokaliteta su linije iz istog izvora imale najviše vrednosti, tj. C4 u Zemun Polju 2011. i C1 na Školskom dobru 2011. godine. Genotipovi sa najmanjom masom 1000 zrna nisu bile tako ujednačene i podeljene su između B5 (Zemun Polje i Školsko dobro 2010. godine), A5 (Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine), A2 (Srbobran 2010. godine) i A3 (Srbobran 2011. godine). Tester su podeljeni prema ispitivanoj osobini na Z1 u 2010. i Z3 u 2011. godini, kao testere sa najmanjom masom, dok je Z2 tester četiri lokaliteta imao najveću masu 1000 zrna (osim Školskog dobra i Srbobrana 2011. godine).



Tabela 43. Vrednosti roditeljskih komponenti za masu 1000 zrna (g)

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet					
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
A1	385,5	358,4	359,2	360,0	348,3	369,6
A2	316,1	292,6	278,0	368,8	305,7	326,9
A3	374,2	321,9	373,0	325,9	318,5	296,1
A4	395,4	325,1	378,5	360,9	323,0	347,2
A5	309,7	298,8	293,9	299,2	291,6	329,0
B1	320,0	310,7	336,6	351,3	359,4	344,6
B2	291,6	311,9	290,9	355,4	301,2	326,6
B3	255,4	314,3	308,3	358,8	301,4	325,6
B4	288,5	319,4	285,7	340,3	297,8	326,1
B5	280,6	287,0	324,6	322,1	340,9	347,8
C1	392,0	344,8	359,4	359,9	371,8	409,6
C2	405,0	413,6	386,9	365,0	356,5	428,8
C3	333,8	332,8	302,8	354,0	347,3	331,0
C4	284,2	339,6	321,5	370,2	349,4	350,1
C5	316,7	292,7	311,6	331,2	327,2	338,8
Z1	275,8	251,6	259,5	328,3	365,2	328,3
Z2	418,2	355,3	309,2	370,5	318,2	413,6
Z3	313,4	334,0	306,3	317,3	301,1	327,0
Prosek	330,9	322,5	321,4	346,6	329,1	348,2
LSD 0,05	26,8	58,6	41,9	37,5	60,7	31,4

Najniže vrednosti mase 1000 zrna kod hibrida u Tabeli 44., kao i kod roditeljskih komponenti, ne pokazuju stalnost, te su vrednosti podeljene na B5 × Z3 (Zemun Polje 2010. godine), A1 × Z3 (Školsko Dobro 2010. godine), B4 × Z3 (Srbobran 2010. godine), B2 × Z3 (Školsko dobro 2011. godine), B3 × Z3 (Zemun Polje i Srbobran 2011. godine). U svim kombinacijama koje su ostvarile najmanju vrednosti mase 1000 zrna, tester Z3 je bio otac. Nasuprot tome, najveću masu 1000 zrna pokazuje hibrid A4 × Z2 na pet lokaliteta, osim u Srbobranu 2011. godine, gde je C1 × Z2 imao najveću vrednost.

Tabela 44. Vrednosti hibrida za masu 1000 zrna (g)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	Lokalitet			
SR			ZP	ŠD	SR	
A1 × Z1	393,2	426,1	401,3	381,0	347,5	390,9
A2 × Z1	376,2	320,4	356,4	403,6	397,9	375,6
A3 × Z1	349,9	375,6	350,2	369,5	324,8	317,6
A4 × Z1	382,6	377,5	360,5	402,1	372,3	356,5
A5 × Z1	391,0	382,6	355,0	408,0	382,8	367,9
B1 × Z1	349,5	377,5	320,8	382,0	363,1	390,4
B2 × Z1	333,2	395,2	328,6	346,5	341,5	366,5
B3 × Z1	311,3	345,1	318,8	337,2	345,7	346,0
B4 × Z1	351,6	389,0	320,8	357,5	373,8	326,9
B5 × Z1	362,5	377,0	322,5	355,7	360,8	365,8
C1 × Z1	386,9	400,4	397,8	389,7	383,1	359,0
C2 × Z1	350,6	417,4	390,9	409,0	399,4	389,0
C3 × Z1	320,6	394,9	353,6	359,8	374,1	315,6
C4 × Z1	379,6	382,4	334,9	408,0	366,9	409,6
C5 × Z1	346,0	412,1	388,7	399,6	401,8	326,9
A1 × Z2	408,0	483,6	496,4	411,0	404,8	412,9
A2 × Z2	415,4	429,7	419,4	408,0	386,7	387,6
A3 × Z2	389,2	417,8	426,8	377,0	365,1	408,3
A4 × Z2	434,9	454,3	488,1	427,0	405,9	367,5
A5 × Z2	416,8	394,9	437,7	407,8	404,4	406,4
B1 × Z2	360,7	410,4	427,9	388,1	400,4	366,5
B2 × Z2	360,2	411,2	422,1	408,8	402,4	387,7
B3 × Z2	392,9	415,5	410,4	407,6	366,5	370,2
B4 × Z2	371,2	414,1	411,8	408,0	367,6	326,9
B5 × Z2	401,6	410,3	437,7	408,2	353,3	366,7
C1 × Z2	419,3	444,4	433,8	430,2	397,7	430,0
C2 × Z2	397,8	453,4	460,3	411,0	402,4	409,6
C3 × Z2	377,6	370,1	369,8	414,4	364,2	377,2
C4 × Z2	405,1	415,6	407,8	431,1	403,6	389,8
C5 × Z2	407,2	401,5	389,3	409,3	370,2	421,7
A1 × Z3	400,2	311,2	413,4	404,5	349,0	370,1
A2 × Z3	390,9	391,3	420,0	406,4	351,5	408,8
A3 × Z3	362,1	364,9	370,5	387,4	397,6	327,4
A4 × Z3	408,1	389,0	430,0	409,2	380,2	387,4
A5 × Z3	379,7	351,6	382,4	377,1	355,4	396,1
B1 × Z3	324,1	317,8	331,0	347,0	351,6	365,7
B2 × Z3	332,9	375,4	326,7	386,8	321,2	316,5
B3 × Z3	331,5	372,8	330,0	328,0	330,6	304,8
B4 × Z3	350,2	333,1	314,3	345,7	339,4	316,1
B5 × Z3	306,8	327,2	357,3	366,2	361,5	385,2
C1 × Z3	380,7	376,7	384,8	410,0	395,9	411,6
C2 × Z3	388,0	413,1	413,4	383,6	384,0	350,0
C3 × Z3	338,9	359,2	380,9	368,3	364,0	349,6
C4 × Z3	406,6	384,0	372,6	398,5	366,9	358,2
C5 × Z3	371,0	383,7	359,6	400,0	362,9	408,6
<b>Prosek</b>	373,7	390,0	385,0	390,6	372,1	370,9
<b>LSD 0,05</b>	55,9	76,7	41,8	45,9	53,9	57,9

Vrednosti OKS za masu 1000 zrna u Tabeli 45. izdvajaju linije C1 i C2 sa pozitivnim OKS vrednostima na svih šest lokaliteta, od toga četiri i tri značajno pozitivnim OKS vrednostima. Linija A4 je na pet lokaliteta imala pozitivan OKS rezultat, od toga tri su bila značajno pozitivna, te A4 takođe spada u dobre opšte kombinatore.

Linije B3, B4 i C3 su imale šest negativnih OKS vrednosti, od toga tri, četiri i tri značajno negativne, linije B1, B2, B5 su imale pet negativnih OKS vrednosti, od toga tri, dve i jednu značajno negativnu. Ovakav rezultat stavlja pomenute linije u najlošije opšte kombinatore za dato svojstvo.

Tester su ravnomerno raspodeljeni, gde je tester Z2 na svim lokalitetima imao visoko pozitivnu OKS vrednost, a tester Z1 i Z3 negativnu OKS vrednost na svim lokalitetima.

Tabela 45. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za masu 1000 zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	26,82**	16,96	51,99**	8,28	-4,93	20,44
A2	20,50**	-9,57	13,56	15,44	6,65	19,78
A3	-6,55	-3,93	-2,54	-12,59	-9,55	-19,77
A4	34,89**	16,95	41,17**	22,21*	14,07	-0,42
A5	22,16**	-13,66	6,66	7,08	8,82	19,26
B1	-28,89**	-21,46	-25,14**	-18,22*	-0,35	3,33
B2	-31,55**	3,91	-25,93**	-9,87	-17,00	-13,96
B3	-28,41**	-12,20	-32,00**	-32,96**	-24,45*	-30,54**
B4	-15,98*	-11,29	-36,06**	-20,15*	-11,80	-47,59**
B5	-16,70**	-18,55	-12,54	-13,86	-13,55	1,68
C1	21,98**	17,14	20,39*	19,39*	20,15	29,34**
C2	5,16	37,91*	36,49**	10,64	23,22*	12,01
C3	-27,95**	-15,28	-16,93*	-9,74	-4,63	-23,42*
C4	23,44**	3,99	-13,27	21,98**	7,10	15,01
C5	1,09	9,09	-5,85	12,39	6,25	14,86
Z1	-14,66**	-5,15	-31,66**	-9,95*	-3,02	-10,60*
Z2	23,55**	31,76**	44,25**	19,27**	14,29**	17,73**
Z3	-8,88**	-26,61**	-12,59**	-9,31*	-11,28*	-7,13
LSD lin 0,05	12,16	29,40	16,82	17,65	22,39	20,85
LSD lin 0,01	16,17	39,07	22,36	23,45	29,76	27,71
LSD test 0,05	5,44	13,15	7,52	7,89	10,01	9,32
LSD test 0,01	7,23	17,47	10,00	10,49	13,31	12,39

PKS vrednosti u Tabeli 46. izdvajaju jedino hibride A4 × Z1 i B3 × Z2 koji su imali sve negativne, odnosno pozitivne PKS vrednosti na svim lokalitetima.

Tabela 46. Vrednosti PKS hibrida za masu 1000 zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>A1 × Z1</b>	7,40	24,31	-4,05	-7,88	-16,58	10,20
<b>A2 × Z1</b>	-3,28	-54,93*	-10,57	7,55	22,23	-4,49
<b>A3 × Z1</b>	-2,49	-5,39	-0,66	1,49	-34,67	-22,89
<b>A4 × Z1</b>	-11,31	-24,29	-34,05*	-0,71	-10,83	-3,39
<b>A5 × Z1</b>	9,83	11,37	-5,04	20,32	4,97	-11,62
<b>B1 × Z1</b>	19,40	14,05	-7,46	19,57	-5,57	26,81
<b>B2 × Z1</b>	5,75	6,41	1,14	-24,23	-10,52	20,20
<b>B3 × Z1</b>	-19,24	-27,57	-2,62	-10,45	1,13	16,23
<b>B4 × Z1</b>	8,60	15,46	3,49	-2,95	16,53	14,18
<b>B5 × Z1</b>	20,19	10,63	-18,32	-11,05	5,28	3,81
<b>C1 × Z1</b>	5,95	-1,58	23,97	-10,30	-6,12	-30,60
<b>C2 × Z1</b>	-13,50	-5,42	1,04	17,75	7,17	16,73
<b>C3 × Z1</b>	-10,42	25,31	17,18	-11,11	9,67	-21,29
<b>C4 × Z1</b>	-2,83	-6,48	-5,17	5,42	-9,22	34,33
<b>C5 × Z1</b>	-14,06	18,13	41,14**	6,55	26,53	-48,22**
<b>A1 × Z2</b>	-15,99	44,81	15,09	-7,10	23,41	3,87
<b>A2 × Z2</b>	-2,33	17,44	-23,41	-17,27	-6,28	-20,81
<b>A3 × Z2</b>	-1,42	-0,03	0,05	-20,24	-11,73	39,49*
<b>A4 × Z2</b>	2,84	15,61	17,64	-5,04	5,46	-20,71
<b>A5 × Z2</b>	-2,58	-13,19	1,78	-9,10	9,26	-1,45
<b>B1 × Z2</b>	-7,60	10,08	23,78	-3,55	14,42	-25,46
<b>B2 × Z2</b>	-5,40	-14,49	18,69	8,85	33,07	13,07
<b>B3 × Z2</b>	24,14**	5,94	13,12	30,73*	4,62	12,15
<b>B4 × Z2</b>	-10,00	3,59	18,58	18,32	-6,93	-14,10
<b>B5 × Z2</b>	21,07*	7,03	20,94	12,23	-19,53	-23,56
<b>C1 × Z2</b>	0,10	5,46	-15,86	0,93	-8,83	12,07
<b>C2 × Z2</b>	-4,54	-6,33	-5,46	-9,47	-7,19	9,00
<b>C3 × Z2</b>	8,35	-36,42	-42,53**	14,31	-17,49	12,04
<b>C4 × Z2</b>	-15,58	-10,14	-8,25	-0,70	10,17	-13,80
<b>C5 × Z2</b>	8,92	-29,37	-34,14*	-12,92	-22,43	18,20
<b>A1 × Z3</b>	8,58	-69,12**	-11,03	14,98	-6,82	-14,07
<b>A2 × Z3</b>	5,61	37,49	33,98*	9,71	-15,95	25,30
<b>A3 × Z3</b>	3,90	5,42	0,61	18,75	46,40*	-16,60
<b>A4 × Z3</b>	8,46	8,68	16,41	5,75	5,38	24,10
<b>A5 × Z3</b>	-7,25	1,82	3,27	-11,22	-14,22	13,07
<b>B1 × Z3</b>	-11,80	-24,13	-16,32	-16,02	-8,85	-1,35
<b>B2 × Z3</b>	-0,35	8,08	-19,83	15,38	-22,55	-33,27
<b>B3 × Z3</b>	-4,90	21,62	-10,50	-20,29	-5,75	-28,38
<b>B4 × Z3</b>	1,40	-19,04	-22,06	-15,37	-9,60	-0,08
<b>B5 × Z3</b>	-41,26**	-17,66	-2,62	-1,19	14,25	19,75
<b>C1 × Z3</b>	-6,05	-3,88	-8,11	9,36	14,95	18,53
<b>C2 × Z3</b>	18,04	11,76	4,42	-8,29	0,03	-25,73
<b>C3 × Z3</b>	2,06	11,11	25,35	-3,20	7,83	9,25
<b>C4 × Z3</b>	18,41	16,62	13,43	-4,72	-0,95	-20,53
<b>C5 × Z3</b>	5,14	11,25	-7,00	6,36	-4,10	30,02
<b>LSD 0,05</b>	21,07	50,91	29,14	30,56	38,78	36,11
<b>LSD 0,01</b>	28,00	67,67	38,73	40,62	51,55	47,99

Hibrid B3 × Z2 je na dva lokaliteta (Zemun Polje obe godine) ima značajno pozitivnu vrednost, ostvarenu ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora. Pregled svih ostalih značajno pozitivnih PKS vrednosti otkriva da se takva vrednost dobija, uglavnom ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora. Jedino su hibridi C5 × Z1 (Srbobran 2010. godine) i A3 × Z3 (Školsko dobro 2011. godine) dobijeni ukrštanjem dva negativna opšta kombinatora.

U nasleđivanju mase 1000 zrna preovlađujuću ulogu ima neaditivna varijansa. Odnos OKS/PKS je na svih šest lokaliteta za dato svojstvo bio niži od jedinice, što potvrđuje preovlađujuću kontrolu neaditivnih gena u kontroli nasleđivanja datog svojstva.

Tabela 47. Komponente genetičke varijanse za masu 1000 zrna

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	56,4774	45,5390	122,4795	29,7765	11,9609	29,7191
<b>OKS varijansa</b>	28,2387	22,7695	61,2397	14,8883	5,9805	14,8596
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	133,1626	101,7076	300,9109	30,9830	18,7844	359,7993
<b>PKS varijansa</b>	133,1626	101,7076	300,9109	30,9830	18,7844	359,7993
<b>OKS/PKS</b>	0,2121	0,2239	0,2035	0,4805	0,3184	0,0413

### 5.1.8. Prinos zrna

Značajnost variranja izvora u Tabeli 49. ukazuje na izvor linija × tester, koji na četiri lokaliteta ne pokazuje statistički značajno variranje. Osim ovog izvora variranja, tester na dva lokaliteta (Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine) i roditelji na lokalitetu Srbobran 2011. godine ne pokazuju, takođe, značajno variranje prinosa zrna.

Tabela 49. Značajnost variranja prinosa zrna ispitivanih tretmana (genotipova) na tri lokaliteta u dve godine, na osnovu ANOVA

Izvor variranja	df <sup>1</sup>	Godina					
		2010			2011		
		Lokalitet					
		ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
Ponavljjanja	1	ns	*	*	ns	ns	*
Tretmani	62	**	**	**	**	**	**
Roditelji (linije i test)	17	*	*	**	*	**	ns
(R vs. U)	1	**	**	**	**	**	**
Ukrštanja, hibridi	44	**	**	**	**	**	**
Linije, majke	14	**	*	**	*	**	*
Tester, očevi	2	**	**	**	ns	ns	**
Linija × tester	28	ns	**	*	ns	ns	ns

<sup>1</sup>df - stepeni slobode; ns-nije statistički značajno; \*, \*\* - statistički značajno na nivou 0,05, odnosno 0,01

U Tabeli 50. su prikazani ostvareni rezultati prinosa zrna ispitivanih roditeljskih komponenti. Najniži prinos zrna ostvarila je linija A3 (Zemun Polje 2010. godine, Školsko dobro i Zemun Polje 2011. godine), C5 (Školsko dobro 2010. i Zemun Polje 2011. godine) i C3 linija (Srbobran 2010. godine). Najviši prinos zrna su ostvarile linije B4 (Školsko dobro 2010., Zemun Polje i Školsko dobro 2011. godine), A4 (Školsko dobro i Srbobran 2010. godine), A1 (Srbobran 2011. godine) i B1 (Zemun Polje 2010. godine).

Tabela 50. Vrednosti roditeljskih komponenti za prinos zrna (t/ha)

Genotip	Godina					
	2010		2010		2010	
	Lokalitet					
	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP
A1	6,0	5,6	5,5	4,6	3,8	7,5
A2	5,2	5,9	4,9	5,4	4,8	5,7
A3	4,3	5,0	5,3	5,4	3,3	4,8
A4	6,3	6,8	5,9	4,3	4,5	6,3
A5	4,2	4,4	3,8	3,6	3,3	5,7
B1	7,5	6,2	3,8	5,3	4,5	4,5
B2	6,4	6,0	4,3	5,7	5,7	5,7
B3	6,1	6,6	2,8	6,1	6,3	5,2
B4	6,1	6,8	3,9	6,8	7,0	5,9
B5	5,1	3,8	3,7	3,8	4,0	5,1
C1	5,3	5,2	3,6	5,6	5,7	6,7
C2	6,0	5,3	2,8	5,0	5,7	6,1
C3	6,4	4,7	2,7	6,8	5,8	5,9
C4	6,7	4,8	4,1	6,3	7,0	5,2
C5	5,7	3,6	3,8	3,3	3,5	5,1
Z1	5,3	3,8	2,3	4,3	4,9	5,3
Z2	7,4	5,7	2,5	5,5	4,0	4,8
Z3	5,2	5,5	2,5	3,8	3,1	4,5
Prosek	5,8	5,3	3,8	5,1	4,8	5,6
LSD 0,05	0,9	1,3	1,1	1,3	1,1	0,8

Prema prinosu zrna, tester i su podeljeni na Z2 koji je na svih šest lokaliteta imao najviši prinos, a Z3 najniži prinos na četiri lokaliteta (osim Školsko dobro i Srbobran 2010. godine). Tabela 51. prikazuje raspodelu postignutih prinosa ispitivanih hibrida. Kao i kod roditeljskih komponenti raspodela najviših i najnižih prinosa je nestabilna, tj. ne ponavlja se kroz lokalitete. Hibridi C5 × Z1 (Zemun Polje 2010. godine), C1 × Z1 (Školsko dobro 2010. godine), A2 × Z1 (Srbobran 2010. godine), C5 × Z1 (Zemun Polje 2011. godine), A1 × Z3 i B2 × Z3 (Školsko dobro 2011. godine) i B3 × Z1 (Srbobran 2011. godine) su ostvarili najniže prinose zrna. Osim B2 × Z3, u svim ostalim kombinacijama je učestvovao tester Z1. Hibridi A4 × Z2 (Zemun Polje i Srbobran 2010. godine), A2 × Z2 (Školsko dobro 2010. godine), C4 × Z1 (Zemun Polje 2011. godine), C3 × Z3 (Školsko dobro 2011), A4 × Z3 (Srbobran 2011. godine) su ostvarili najviše prinose na ispitivanim lokalitetima.

Razlike i nestabilnost srednjih vrednosti prinosa zrna roditeljskih komponenti i hibrida se objašnjavaju velikom reakcijom genotip-spoljna sredina za posmatranu osobinu, tj. velikim udelom ekološke varijanse na formiranje prinosa zrna.

Tabela 51. Vrednosti hibrida za prinos zrna (t/ha)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	12,1	12,6	10,0	11,6	9,5	10,5
A2 × Z1	12,0	12,0	8,5	13,1	11,6	10,5
A3 × Z1	13,2	13,0	10,5	12,3	10,9	11,2
A4 × Z1	11,1	13,5	12,7	12,9	10,8	11,8
A5 × Z1	12,6	12,2	11,2	12,2	11,1	11,3
B1 × Z1	11,9	11,6	11,0	12,3	11,9	11,2
B2 × Z1	9,9	11,9	9,1	10,8	10,7	10,9
B3 × Z1	9,5	11,9	10,3	10,1	9,9	8,6
B4 × Z1	9,5	12,3	10,0	10,6	11,0	10,5
B5 × Z1	9,5	12,5	8,8	9,7	10,2	10,3
C1 × Z1	9,2	6,9	9,8	10,6	10,1	9,1
C2 × Z1	9,9	11,9	11,8	11,2	11,2	11,2
C3 × Z1	9,0	12,1	11,8	12,4	11,9	11,3
C4 × Z1	8,7	12,3	11,5	13,7	12,5	10,5
C5 × Z1	8,6	9,9	10,6	8,6	9,4	10,4
A1 × Z2	14,4	13,6	12,8	11,7	10,9	11,3
A2 × Z2	13,7	14,5	11,5	12,0	12,2	11,9
A3 × Z2	12,5	12,3	12,9	13,4	10,7	13,1
A4 × Z2	14,4	13,3	12,9	11,5	11,0	12,9
A5 × Z2	11,7	12,4	12,4	12,7	10,3	11,3
B1 × Z2	12,5	13,1	11,3	12,3	11,6	11,7
B2 × Z2	11,3	12,3	10,5	11,2	11,3	11,2
B3 × Z2	12,9	11,9	9,4	13,4	11,5	11,8
B4 × Z2	12,9	12,5	12,2	11,0	11,3	10,9
B5 × Z2	12,4	11,4	10,7	10,7	9,5	10,7
C1 × Z2	11,9	9,6	9,6	12,7	11,2	11,0
C2 × Z2	12,2	13,8	12,2	12,4	11,3	10,8
C3 × Z2	12,7	12,6	12,4	12,3	11,4	10,8
C4 × Z2	11,1	12,2	9,9	12,3	11,1	10,6
C5 × Z2	12,1	11,3	11,0	12,0	10,5	10,9
A1 × Z3	10,9	11,3	12,8	10,8	9,1	11,8
A2 × Z3	12,5	10,7	8,9	11,2	10,6	11,6
A3 × Z3	12,2	13,0	12,3	11,5	11,2	11,0
A4 × Z3	12,6	11,4	12,6	13,0	9,9	13,5
A5 × Z3	10,9	12,2	11,4	13,5	10,1	11,2
B1 × Z3	11,2	9,8	10,8	11,4	11,1	13,0
B2 × Z3	10,9	12,7	9,8	9,6	9,1	11,1
B3 × Z3	10,5	11,2	10,8	9,7	10,7	10,4
B4 × Z3	10,5	10,9	11,0	12,0	10,7	13,1
B5 × Z3	10,9	10,2	11,3	9,8	9,7	10,7
C1 × Z3	9,9	9,8	11,1	11,0	10,4	10,6
C2 × Z3	11,0	11,1	11,0	12,1	11,5	10,9
C3 × Z3	11,0	13,9	12,4	12,0	13,2	11,3
C4 × Z3	9,4	9,6	11,7	12,2	11,4	11,2
C5 × Z3	9,9	13,0	11,7	10,4	10,4	11,8
<b>Prosek</b>	11,3	11,9	11,1	11,6	10,8	11,2
<b>LSD 0,05</b>	2,2	2,3	2,0	2,3	1,7	1,9



Pregled OKS vrednosti iz Tabele 52. izdvaja linije A3 i A4 kao najbolje opšte kombinatore sa pozitivnim OKS vrednostima na svim lokalitetima, od toga su tri i četiri su bile visoko pozitivne. Kao dobri kombinatori se još izdvajaju i linije C3 i B1, sa tri i dve značajno pozitivne OKS vrednosti, ali su imale i po dve negativne OKS vrednosti, ali ne i značajne. Osim linije A3, ostale linije imaju uglavnom nadprosečne srednje vrednosti prinosa po lokalitetima, potvrđujući korelaciju između visokih OKS vrednosti i visokih srednjih vrednost za ispitivano svojstvo. Kao najlošiji opšti kombinatori se izdvajaju linije B3, B5 i C1 sa negativnim OKS vrednostima na svim lokalitetima, od toga dve, tri i četiri značajno negativnim. Linija C5 sa pet negativnih OKS vrednosti (osim Srbobrana 2010. godine), od toga tri značajno negativnim, takođe spada u loše opšte kombinatore.

Tabela 52. Vrednosti OKS roditeljskih komponenti za prinos zrna (t/ha)

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1	1,16**	0,63	0,79*	-0,24	-0,99**	0,03
A2	1,41**	0,53	-1,47**	0,46	0,64*	0,14
A3	1,30**	0,88**	0,82*	0,75	0,11	0,60
A4	1,38**	0,88**	1,63**	0,82	-0,26	1,54**
A5	0,41	0,38	0,57	1,14**	-0,34	0,09
B1	0,54	-0,37	-0,07	0,36	0,68*	0,79*
B2	-0,61	0,40	-1,27**	-1,12**	-0,46	-0,12
B3	-0,35	-0,21	-0,89*	-0,57	-0,16	-0,93*
B4	-0,38	0,04	0,00	-0,44	0,15	0,31
B5	-0,36	-0,47	-0,82*	-1,59**	-1,02**	-0,63
C1	-1,01*	-3,10**	-0,93*	-0,21	-0,28	-0,95**
C2	-0,31	0,38	0,57	0,26	0,51	-0,20
C3	-0,45	1,01*	1,09**	0,57	1,32**	-0,06
C4	-1,60**	-0,48	-0,06	1,09*	0,84**	-0,43
C5	-1,13**	-0,51	0,04	-1,28**	-0,73*	-0,17
Z1	-0,86**	-0,09	-0,59**	-0,16	0,02	-0,56**
Z2	1,25**	0,59**	0,36*	0,46*	0,21	0,20
Z3	-0,39*	-0,49*	0,22	-0,29	-0,23	0,36*
LSD lin 0,05	0,77	0,83	0,72	0,84	0,62	0,72
LSD lin 0,01	1,02	1,11	0,96	1,12	0,82	0,95
LSD test 0,05	0,34	0,37	0,32	0,38	0,28	0,32
LSD test 0,01	0,46	0,50	0,43	0,50	0,37	0,43

Tester Z2 se izdvojio kao najbolji tester, sa svih šest pozitivnih, a četiri značajno pozitivnim OKS vrednostima, dok tester Z1 predstavlja najlošiji opšti kombinator jer je imao negativne OKS vrednosti na pet lokaliteta, od toga su tri značajno negativne.

Tabela 53. Vrednosti PKS hibrida za prinos zrna

Genotip	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet			Lokalitet		
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
A1 × Z1	0,51	0,19	-1,30*	0,41	-0,32	-0,10
A2 × Z1	0,16	-0,29	-0,57	1,18	0,15	-0,31
A3 × Z1	1,43*	0,34	-0,78	0,10	-0,07	0,03
A4 × Z1	-0,71	0,90	0,55	0,64	0,21	-0,34
A5 × Z1	1,78**	-0,01	0,12	-0,43	0,60	0,56
B1 × Z1	0,91	0,20	0,53	0,51	0,33	-0,17
B2 × Z1	0,07	-0,31	-0,09	0,43	0,34	0,42
B3 × Z1	-0,60	0,34	0,72	-0,79	-0,82	-1,15
B4 × Z1	-0,55	0,51	-0,48	-0,46	-0,04	-0,43
B5 × Z1	-0,54	1,21	-0,92	-0,23	0,38	0,30
C1 × Z1	-0,23	-1,78*	0,22	-0,67	-0,52	-0,54
C2 × Z1	-0,25	-0,26	0,69	-0,54	-0,14	0,79
C3 × Z1	-1,02	-0,70	0,16	0,32	-0,27	0,74
C4 × Z1	-0,19	1,03	1,05	1,10	0,87	0,29
C5 × Z1	-0,74	-1,36	0,09	-1,58*	-0,70	-0,10
A1 × Z2	0,70	0,51	0,57	-0,14	0,86	-0,09
A2 × Z2	-0,26	1,50*	1,54*	-0,62	0,48	0,36
A3 × Z2	-1,42*	-1,08	0,65	0,52	-0,42	1,09
A4 × Z2	0,46	-0,07	-0,19	-1,41	0,22	-0,05
A5 × Z2	-1,32	-0,44	0,35	-0,60	-0,46	-0,17
B1 × Z2	-0,64	1,07	-0,04	-0,18	-0,12	-0,47
B2 × Z2	-0,62	-0,56	0,29	0,20	0,69	-0,08
B3 × Z2	0,65	-0,37	-1,16	1,91*	0,57	1,37*
B4 × Z2	0,67	0,01	0,76	-0,65	0,11	-0,83
B5 × Z2	0,21	-0,53	0,11	0,18	-0,56	-0,11
C1 × Z2	0,33	0,23	-0,91	0,77	0,46	0,54
C2 × Z2	-0,10	0,99	0,17	0,06	-0,26	-0,38
C3 × Z2	0,54	-0,83	-0,17	-0,37	-0,99	-0,53
C4 × Z2	0,16	0,28	-1,50*	-0,87	-0,81	-0,36
C5 × Z2	0,65	-0,71	-0,48	1,20	0,22	-0,27
A1 × Z3	-1,20	-0,70	0,73	-0,28	-0,54	0,19
A2 × Z3	0,11	-1,21	-0,98	-0,57	-0,64	-0,06
A3 × Z3	0,00	0,74	0,13	-0,62	0,49	-1,12
A4 × Z3	0,25	-0,82	-0,37	0,78	-0,43	0,40
A5 × Z3	-0,47	0,44	-0,47	1,02	-0,15	-0,39
B1 × Z3	-0,27	-1,26	-0,48	-0,33	-0,21	0,64
B2 × Z3	0,56	0,88	-0,21	-0,64	-1,02	-0,34
B3 × Z3	-0,05	0,03	0,44	-1,12	0,25	-0,21
B4 × Z3	-0,12	-0,52	-0,29	1,12	-0,07	1,26*
B5 × Z3	0,33	-0,68	0,81	0,05	0,17	-0,19
C1 × Z3	-0,09	1,55*	0,69	-0,10	0,06	0,00
C2 × Z3	0,36	-0,73	-0,86	0,48	0,40	-0,41
C3 × Z3	0,48	1,53*	0,01	0,05	1,26*	-0,21
C4 × Z3	0,03	-1,31	0,45	-0,23	-0,06	0,07
C5 × Z3	0,09	2,08**	0,39	0,38	0,48	0,37
LSD 0,05	1,33	1,45	1,24	1,45	1,07	1,24
LSD 0,01	1,77	1,92	1,65	1,93	1,43	1,65

Pregled PKS vrednosti u Tabeli 53. izdvaja hibrid  $C5 \times Z3$  sa svih šest pozitivnih PKS vrednosti i jednom značajno pozitivnom (Školsko dobro 2010. godine). Hibridi  $A2 \times Z2$ ,  $B2 \times Z2$  i  $C3 \times Z3$  su imali po dve značajno pozitivne PKS vrednosti. Sve značajno pozitivne PKS vrednosti osim hibrida  $A2 \times Z2$  (Školsko dobro 2010. godine) su dobijene ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora, od čega je bar jedan roditelj ima značajnu OKS vrednost.

Preko odnosa OKS/PKS u Tabeli 54. ustanovljeno je da kontrolu u nasleđivanju prinosa zrna ima neaditivna varijansa. Na svim ispitivanim lokalitetima odnos dveju varijansi nije prešao jedinicu kao graničnu vrednost.

Tabela 54. Komponente genetičke varijanse za prinos zrna

	Godina					
	2010			2011		
	Lokalitet					
	ZP	ŠD	SR	ZP	ŠD	SR
<b>Aditivna varijansa</b>						
<b>Va(F=1)</b>	0,1139	0,0543	0,0559	0,0391	0,0253	0,0303
<b>OKS varijansa</b>	0,0569	0,0272	0,0280	0,0195	0,0127	0,0151
<b>Neaditivna varijansa</b>						
<b>Vd(F=1)</b>	0,2462	0,7448	0,3190	0,3308	0,1406	0,0821
<b>PKS varijansa</b>	0,2462	0,7448	0,3190	0,3308	0,1406	0,0821
<b>OKS/PKS</b>	0,2313	0,0365	0,0876	0,0590	0,0901	0,1843

## 5.2. Interval metličanja i svilanja - ASI

Rezultati o intervalu metličanja i svilanja-ASI za roditeljske komponente i hibride su izraženi u danima i prikazani su u Tabelama 56 i 57. Od ispitivanih majčinskih komponenti, izdvajaju se linije A5 i C5, kao genotipovi koji imaju tri dana i više od tri dana razlike u ASI. Ostale majčinske komponente imaju ASI 0-3 dana. Testeri su pokazali veće ASI vrednosti, s obzirom da dva od tri testera (Z1 i Z2) prelaze interval od tri dana. Ni jedna roditeljska komponenta nema negativnu vrednost.

Tabela 56. ASI roditeljskih komponenti (dan)

<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>	<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>	<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>	<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>
<b>A1</b>	2,3	<b>B1</b>	1,5	<b>C1</b>	0,5	<b>Z1</b>	3,4
<b>A2</b>	0,4	<b>B2</b>	0,9	<b>C2</b>	0,8	<b>Z2</b>	3,8
<b>A3</b>	0,0	<b>B3</b>	2,3	<b>C3</b>	0,5	<b>Z3</b>	1,9
<b>A4</b>	0,9	<b>B4</b>	0,8	<b>C4</b>	1,3	/	/
<b>A5</b>	3,6	<b>B5</b>	1,1	<b>C5</b>	3,0	/	/

ASI hibrida se ne razlikuje mnogo od ASI roditeljskih komponenti. Ni jedna od prikazanih kombinacija u Tabeli 57. ne pokazuje vrednost ASI višu od 3. Najniže vrednosti ASI su zabeležene kod kombinacija C1 × Z1, C1 × Z2 i C1 × Z3, u kojima je linija C1 majčinska komponenta u sva tri hibrida.

Tabela 57. Tabela ASI ispitivanih hibrida (dan)

<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>	<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>	<b>Genotip</b>	<b>ASI</b>
<b>A1 × Z1</b>	2,3	<b>A1 × Z2</b>	2,0	<b>A1 × Z3</b>	1,4
<b>A2 × Z1</b>	1,8	<b>A2 × Z2</b>	1,0	<b>A2 × Z3</b>	0,8
<b>A3 × Z1</b>	1,5	<b>A3 × Z2</b>	1,1	<b>A3 × Z3</b>	1,3
<b>A4 × Z1</b>	1,5	<b>A4 × Z2</b>	1,8	<b>A4 × Z3</b>	1,6
<b>A5 × Z1</b>	1,8	<b>A5 × Z2</b>	1,3	<b>A5 × Z3</b>	1,5
<b>B1 × Z1</b>	1,9	<b>B1 × Z2</b>	2,0	<b>B1 × Z3</b>	2,3
<b>B2 × Z1</b>	1,9	<b>B2 × Z2</b>	1,6	<b>B2 × Z3</b>	2,1
<b>B3 × Z1</b>	2,4	<b>B3 × Z2</b>	2,1	<b>B3 × Z3</b>	1,6
<b>B4 × Z1</b>	2,1	<b>B4 × Z2</b>	1,6	<b>B4 × Z3</b>	1,4
<b>B5 × Z1</b>	2,0	<b>B5 × Z2</b>	1,8	<b>B5 × Z3</b>	1,5
<b>C1 × Z1</b>	0,5	<b>C1 × Z2</b>	0,9	<b>C1 × Z3</b>	0,4
<b>C2 × Z1</b>	1,0	<b>C2 × Z2</b>	1,0	<b>C2 × Z3</b>	0,6
<b>C3 × Z1</b>	2,5	<b>C3 × Z2</b>	1,0	<b>C3 × Z3</b>	1,1
<b>C4 × Z1</b>	0,8	<b>C4 × Z2</b>	1,3	<b>C4 × Z3</b>	1,6
<b>C5 × Z1</b>	2,5	<b>C5 × Z2</b>	1,9	<b>C5 × Z3</b>	2,1

Linija C1 *per se* je imala nisku vrednost ASI (0,5), a testeri Z1 i Z2 visoku (3,4 i 3,8), te se može reći da je u hibridima C1 × Z1 i C1 × Z2 smanjen ASI zahvaljujući C1 liniji. Zanimljivo je da je kombinacija C1 × Z3 imala najniži ASI od svih hibrida, a upravo je stvorena kombinovanjem testera sa najnižim ASI-jem i majčinskom komponentom sa veoma niskom vrednošću ASI. Linije A5 i C5 koje su imale najviše ASI vrednosti *per se* od majčinskih komponenti, iako su bile na granici nepoželjnih ASI vrednosti su u hibridima sa sva tri testera imale niže i poželjne ASI vrednosti.

### 5.3. Korelacija prinosa i komponenti prinosa

Korelacioni koeficijenti prinosa i komponenti prinosa roditeljskih komponenti u Tabeli 58. (iznad dijagonale) ukazuju na najveću zavisnost prinosa sa visinom gornjeg klipa (0,51\*\*) i brojem redova zrna (0,63\*\*) od svih ispitivanih osobina. Oba korelaciona koeficijenta su pozitivna, ukazujući da na postignut prinos roditelja najveći pozitivan uticaj imaju te dve osobine. Ni jedna od ostalih komponenti prinosa nije pokazala značajno pozitivnu ili negativnu korelaciju sa prinosom. Međuzavisnost komponenti prinosa linija je najveća između visine biljke i gornjeg klipa (0,72\*\*), dužine klipa i broja zrna u redu (0,69\*\*). Jedina negativno značajna korelacija je utvrđena između dužine klipa i broja redova zrna.

Tabela 58. Korelacija prinosa i komponenti prinosa roditeljskih komponenti (iznad dijagonale) i hibrida (ispod dijagonale)

	PR	VB	VK	DK	BRZ	BZR	DZ	M 1000
PR	<b>1,00</b>	0,12	0,51*	-0,27	0,63**	-0,31	0,43	0,29
VB	0,56**	<b>1,00</b>	0,72**	0,29	-0,26	0,19	-0,15	0,28
VK	0,41**	0,71**	<b>1,00</b>	0,07	0,02	-0,05	-0,02	0,42
DK	-0,04	0,30	0,16	<b>1,00</b>	-0,62**	0,69**	-0,38	0,10
BRZ	-0,36*	-0,40**	-0,32*	-0,55**	<b>1,00</b>	-0,43	0,30	-0,39
BZR	0,20	0,27	-0,03	0,56**	-0,59**	<b>1,00</b>	-0,15	-0,31
DZ	0,50**	0,22	0,14	0,22	-0,49**	0,40**	<b>1,00</b>	0,22
M 1000	0,42*	0,33*	0,37*	0,57**	-0,83**	0,38**	0,55**	<b>1,00</b>

\*-P=0,05; \*\*- P=0,01; PR-prinos; VB-sisina biljke; VK-visina gornjeg klipa; DK-dužina klipa; BRZ-broj redova zrna; BZR-broj zrna u redu; DZ-dubina zrna; M 1000-masa 1000 zrna

Korelacioni koeficijenti prinosa zrna i komponenti prinosa hibrida u Tabeli 58. (ispod dijagonale) ukazuju na najveću zavisnost prinosa od visine biljke (0,56\*\*), visine

klipa (0,41\*\*), dubine zrna (0,50\*\*) i mase 1000 zrna (0,42\*). Jedina značajno negativna korelacija sa prinosom je utvrđena za broj redova zrna (-0,36\*). Komponente prinosa međusobno imaju nešto drugačiji odnos kod hibrida. Ustanovljena je pozitivna i značajna korelacija visine biljke sa visinom gornjeg klipa i sa masom 1000 zrna, a negativna i značajna sa brojem redova zrna. Značajno pozitivna korelacija visine gornjeg klipa je utvrđena sa masom 1000 zrna, a značajno negativna sa brojem redova zrna, što je i očekivano jer je i visina biljke imala isti trend. Dužina klipa je u značajno pozitivnoj korelaciji sa brojem zrna u redu i masom 1000 zrna, a u značajno negativnoj sa brojem redova zrna. Broj redova zrna kod hibrida je jedina komponenta prinosa koja ima značajno negativnu korelaciju sa svim ispitivanim osobinama.

Razlika u korelacionim koeficijentima roditeljskih komponenti i prinosa je najuočljivija kod odnosa prinosa i broja redova zrna, gde je ona značajno pozitivna kod roditelja, a značajno negativna kod hibrida.

#### **5.4. Heterozis prema boljem roditelju**

Vrednosti heterozisa za prinos i ispitivane osobine u odnosu na boljeg roditelja prikazane su u Tabelama 59. i 60. Tokom obe ispitivane godine vrednosti heterozisa su uglavnom bile značajno pozitivne na nivou od  $P=0,01$ . Upoređujući obe ispitivane godine, uočava se da je u prvoj ispitivanoj godini heterozis bio više izražen, odnosno vrednosti heterozisa su prosečno bile veće za sve ispitivane osobine, osim za broj zrna u redu koji je 2011. godine bio veći. Broj redova zrna je u prvoj godini ispitivanja imao prosečno veću vrednost heterozisa u odnosu na istu osobinu u drugoj godini i predstavlja jedinu osobina koja je po proseku imala negativnu vrednost u obe ispitivane godine. Najviše ispitivane vrednosti heterozisa je imao prinos zrna u obe godine, a najniže vrednosti broj redova zrna.

Posmatrajući osobine po godinama, prinos zrna, visina biljke, visina gornjeg klipa, broj zrna u redu u obe ispitivane godine i dužina zrna u 2010. godini su osobine koje su imale imale pozitivnu i visoko značajnu vrednost kod svih hibrida.

Tabela 59. Heterozis prema boljem roditelju 2010. godine

Hibrid	PR	VB	VKI	DKI	BRZ	BZR	DZ	M 1000
A1 x Z1	124,12**	49,68**	39,08**	27,03**	3,80	31,01**	39,96**	12,43*
A2 x Z1	119,96**	41,23**	43,50**	20,19**	2,67	24,18**	36,21**	19,87**
A3 x Z1	169,98**	58,80**	57,71**	16,81**	16,12**	35,15**	40,57**	0,70
A4 x Z1	120,76**	44,41**	48,32**	24,23**	7,73	26,33**	29,43**	2,29
A5 x Z1	198,60**	47,93**	58,75**	21,01**	4,91	32,95**	37,35**	26,78**
B1 x Z1	117,07**	47,55**	64,53**	18,65**	4,32	19,32**	21,06**	9,17
B2 x Z1	101,43**	47,57**	59,72**	16,43**	-4,26	23,03**	32,23**	19,34**
B3 x Z1	120,85**	46,77**	62,42**	15,33**	1,01	20,29**	27,69**	11,68
B4 x Z1	108,09**	47,05**	62,64**	18,95**	-5,07	27,11**	26,89**	19,98**
B5 x Z1	151,74**	53,06**	51,77**	22,20**	6,91	28,67**	34,68**	20,21**
C1 x Z1	92,55**	50,79**	71,07**	14,88**	9,24*	35,18**	33,64**	9,45
C2 x Z1	152,12**	51,33**	61,90**	21,28**	13,52**	32,74**	39,20**	-4,67
C3 x Z1	150,16**	52,02**	54,34**	20,86**	10,27**	31,38**	40,52**	11,35
C4 x Z1	125,25**	48,98**	46,77**	19,39**	-12,22**	23,72**	18,34**	17,50**
C5 x Z1	130,92**	44,60**	39,54**	24,29**	5,90	31,95**	40,12**	26,43**
A1 x Z2	145,76**	51,51**	57,62**	26,91**	-12,56**	41,68**	29,95**	26,05**
A2 x Z2	149,83**	45,03**	61,28**	24,68**	-9,08*	36,37**	32,06**	18,46**
A3 x Z2	146,20**	55,28**	66,07**	21,92**	11,01*	50,53**	24,76**	14,05**
A4 x Z2	124,70**	44,60**	58,04**	26,85**	-2,46	41,29**	32,81**	25,52**
A5 x Z2	149,43**	47,44**	53,85**	17,93**	-9,14*	39,35**	28,57**	16,80**
B1 x Z2	117,35**	47,63**	64,74**	20,88**	-14,36**	34,47**	28,70**	11,35*
B2 x Z2	107,98**	46,38**	58,09**	19,11**	-19,61**	38,98**	24,52**	11,21
B3 x Z2	119,73**	46,26**	60,30**	22,26**	-20,53**	43,11**	28,03**	13,89*
B4 x Z2	129,48**	45,26**	64,63**	20,15**	-23,67**	34,73**	24,34**	11,58*
B5 x Z2	135,26**	48,65**	53,85**	25,32**	-10,63*	41,21**	21,82**	16,89**
C1 x Z2	104,69**	51,87**	71,00**	9,75*	2,35	38,45**	26,85**	18,48**
C2 x Z2	152,31**	54,00**	82,61**	15,87**	18,38**	36,11**	43,06**	9,27**
C3 x Z2	150,23**	45,40**	52,55**	18,15**	-5,17	40,94**	31,82**	3,39**
C4 x Z2	113,44**	49,62**	63,66**	21,69**	-19,09**	36,19**	28,13**	14,38**
C5 x Z2	131,10**	46,89**	48,81**	29,28**	4,03	51,68**	25,54**	11,51*
A1 x Z3	118,36**	53,38**	59,87**	26,58**	9,36*	36,40**	27,35**	2,10
A2 x Z3	108,74**	46,10**	58,52**	29,46**	-2,26	37,75**	40,04**	27,02**
A3 x Z3	163,80**	59,70**	66,50**	27,07**	21,87**	47,78**	35,59**	2,80
A4 x Z3	108,70**	47,18**	55,17**	28,58**	4,16	40,43**	28,82**	12,49*
A5 x Z3	165,24**	49,45**	66,79**	22,33**	4,14	33,21**	30,57**	17,24**
B1 x Z3	91,87**	54,58**	69,11**	24,73**	-0,66	31,25**	22,86**	0,58
B2 x Z3	111,28**	52,19**	71,16**	26,28**	-9,97*	33,47**	28,77**	8,80
B3 x Z3	118,74**	48,28**	59,36**	26,72**	-5,29	34,15**	31,01**	8,81
B4 x Z3	104,40**	49,43**	67,37**	25,06**	-7,22	30,65**	19,07**	4,76
B5 x Z3	147,89**	54,40**	63,67**	31,30**	5,28	38,53**	26,81**	4,08
C1 x Z3	121,35**	53,40**	66,09**	9,90*	13,23**	39,31**	31,30**	4,48
C2 x Z3	137,67**	57,83**	73,90**	34,05**	30,73**	43,82**	39,63**	0,83
C3 x Z3	172,47**	53,62**	61,77**	24,02**	4,02	35,82**	39,92**	11,39
C4 x Z3	104,20**	53,38**	60,06**	32,46**	-11,85**	39,92**	23,03**	22,08**
C5 x Z3	161,47**	50,91**	77,12**	22,62**	29,01*	36,53**	46,23**	17,15**
<b>Prosek</b>	131,05	49,81	60,35	22,52	0,86	35,27	31,11	12,67

\*-P=0,05; \*\*- P=0,01; PR-prinos; VB-sisina biljke; VK-visina gornjeg klipa; DK-dužina klipa; BRZ-broj redova zrna; BZR-broj zrna u redu; DZ-dubina zrna; M 1000-masa 1000 zrna

Tabela 60. Heterozis prema boljem roditelju 2011. godine

Hibrid	PR	VB	VKl	DKl	BRZ	BZR	DZ	M 1000
A1 x Z1	103,09**	44,60**	54,00**	25,00**	-0,67	36,78**	30,46**	3,96
A2 x Z1	127,39**	35,65**	37,99**	14,77*	1,30	24,76**	7,99	15,35**
A3 x Z1	142,96**	37,16**	50,03**	15,27*	3,22	42,72**	33,37**	-1,01
A4 x Z1	138,13**	34,07**	41,17**	25,44**	1,11	33,29**	31,78**	9,72
A5 x Z1	148,32**	38,01**	69,39**	17,27**	-0,22	28,66**	34,55**	14,10*
B1 x Z1	145,60**	43,87**	56,28**	22,15**	-0,37	35,15**	19,88**	7,73
B2 x Z1	97,13**	39,09**	56,68**	16,23*	-3,05	26,51**	21,60**	3,26
B3 x Z1	67,54**	46,29**	55,55**	14,38*	-3,71	25,27**	16,25**	0,70
B4 x Z1	71,99**	45,37**	53,44**	17,23**	-6,18*	28,62**	17,25*	3,66
B5 x Z1	114,17**	41,08**	38,31**	17,33**	11,93**	26,87**	19,83*	5,94
C1 x Z1	71,91**	22,83**	19,40**	21,40**	16,59**	34,85**	33,03**	-0,88
C2 x Z1	106,78**	40,13**	44,19**	22,92**	6,95*	34,63**	20,54**	4,34
C3 x Z1	103,29**	43,70**	51,21**	15,55*	-5,23	25,22**	12,73**	1,66
C4 x Z1	110,63**	42,39**	37,60**	23,63**	-6,43*	30,45**	17,39**	10,98*
C5 x Z1	104,94**	37,18**	38,37**	19,85**	10,98**	33,21**	35,34**	10,55
A1 x Z2	118,46**	44,73**	50,59**	26,65**	-16,58**	62,84**	29,27**	11,60*
A2 x Z2	133,42**	38,37**	43,74**	24,50**	-18,71**	51,63**	29,07**	7,61
A3 x Z2	165,19**	37,94**	32,12**	17,69**	-12,28**	56,45**	33,86**	4,71
A4 x Z2	138,01**	34,06**	41,33**	26,17**	-15,40**	54,27**	30,72**	9,19
A5 x Z2	148,41**	42,23**	45,00**	15,96*	-15,56**	49,66**	31,67**	11,51*
B1 x Z2	149,14**	43,50**	45,75**	15,76*	-11,71**	36,21**	26,24**	4,88
B2 x Z2	105,39**	40,39**	32,43**	17,83**	-16,80**	46,49**	27,06**	9,27
B3 x Z2	119,39**	42,85**	38,14**	15,67*	-23,32**	43,92**	19,31**	4,03
B4 x Z2	79,14**	39,43**	37,71**	16,85**	-21,30**	49,35**	30,29**	0,02
B5 x Z2	121,49**	40,67**	31,49**	20,07**	-7,46*	42,66**	20,19**	2,45
C1 x Z2	103,80**	31,26**	37,36**	23,75**	-0,27	55,61**	25,60**	10,39*
C2 x Z2	113,15**	38,44**	38,35**	20,89**	-4,46	64,16**	25,91**	6,46
C3 x Z2	97,16**	35,52**	22,83**	14,01*	-20,37**	43,31**	16,65**	5,02
C4 x Z2	94,64**	39,51**	35,97**	16,98*	-22,57**	39,83**	19,85**	11,26*
C5 x Z2	146,62**	34,20**	24,22**	21,40**	-1,05	69,68**	36,98**	9,42
A1 x Z3	114,14**	45,90**	62,13**	23,12**	-0,46	39,45**	33,20**	4,52
A2 x Z3	129,02**	40,73**	44,83**	43,93**	-3,55	36,19**	27,61**	16,98**
A3 x Z3	162,71**	39,55**	64,01**	24,65**	-0,57	37,25**	28,06**	17,72**
A4 x Z3	160,25**	38,71**	49,57**	19,97**	-1,89	36,49**	22,63**	14,75**
A5 x Z3	185,83**	42,34**	66,81**	16,09**	-6,01	37,82**	29,30**	19,65**
B1 x Z3	164,60**	47,14**	58,18**	15,79*	4,52	31,08**	27,76**	0,90
B2 x Z3	89,02**	45,80**	66,02**	19,10**	-4,14	34,95**	19,22**	4,28
B3 x Z3	90,05**	45,35**	54,95**	18,93**	-11,80**	31,07**	19,04**	-2,32
B4 x Z3	103,58**	45,89**	55,12**	17,64**	-4,90	33,94**	24,80**	3,87
B5 x Z3	142,62**	44,37**	44,04**	20,18**	4,59	36,23**	22,20**	10,43
C1 x Z3	94,70**	26,65**	27,20**	21,68**	13,91**	37,51**	30,54**	7,30
C2 x Z3	124,88**	42,75**	50,10**	21,52**	4,81	46,01**	20,77**	-3,12
C3 x Z3	119,62**	41,87**	52,17**	12,73*	-11,11**	29,15**	13,32**	5,01
C4 x Z3	109,19**	43,86**	39,47**	22,26**	-8,50**	34,78**	18,08**	5,36
C5 x Z3	176,21**	40,71**	43,13**	22,65**	12,99**	45,79**	32,76**	17,95**
<b>Prosek</b>	121,19	40,14	45,30	20,06	-4,31	39,57	24,98	7,14

\*-P=0,05; \*\*- P=0,01; PR-prinos zrna; VB-sisina biljke; VK-visina gornjeg klipa; DK-dužina klipa; BRZ-broj redova zrna; BZR-broj zrna u redu; DZ-dubina zrna; M 1000-masa 1000 zrna



Najvišu vrednost heterozisa za prinos zrna je imao hibrid A5 x Z1 u 2010. godini (198,60\*\*), a najnižu hibrid B3 x Z1 (67,54\*\*) 2011. godine. Najvišu vrednost heterozisa za visinu biljke je imao hibrid A3 x Z3 (59,70\*\*) 2010., a najnižu C1 x Z1 (22,83\*\*) 2011. godine. Hibrid C2 x Z2 je ostvario najviši heterozis za visinu gornjeg klipa (82,61\*\*) u 2010., a hibrid C1 x Z1 najniži heterozis u 2011. godini (19,40\*\*).

Dužina klipa je osobina koja nema visoko pozitivno značajan heterozis za sve ispitivane hibride. Prag značajnosti od  $P=0,05$  nisu prošli hibridi C1 x Z2 i C1 x Z3 u 2010. i A2 x Z1, A3 x Z1, B2 x Z1, B3 x Z1, C3 x Z1, A5 x Z2, B1 x Z2, B3 x Z2, C3 x Z2, C4 x Z2, B1 x Z3, C3 x Z3 u 2011. godini. Hibrid A2 x Z3 je ostvario najviši heterozis u 2011. godini (43,93\*\*), C1 x Z2 najniži heterozis (9,75\*\*) za dužinu klipa u 2010. godini.

Broj redova zrna je osobina koja je pokazala najviše negativnih vrednosti heterozisa. Za ovu osobinu je hibrid C2 x Z3 u 2010. godini imao najviši heterozis (30,73\*\*), a hibrid B4 x Z2 najniži heterozis (-23,67\*\*).

Broj zrna u redu je ostvario sve pozitivne visoko značajne vrednosti heterozisa. Hibrid C5 x Z2 je hibrid koji je u obe ispitivane godine za jednu posmatranu osobinu imao najvišu vrednost heterozisa (51,68\*\* i 69,68\*\*), dok je hibrid B1 x Z1 imao najniži heterozis (19,32\*\*) u 2010. godini.

Svi hibridi su za dubinu zrna ostvarili visoko značajno pozitivne vrednosti heterozisa, osim B4 x Z1 i B5 x Z1 u 2011. godini koji su imali heterozis značajan na nivou od  $P=0,05$ . Hibrid A2 x Z1 je jedini imao pozitivan, ali ne i značajan (7,99) heterozis u 2011. godini.

Masa 1000 zrna je pored broja redova zrna, takođe imala negativne vrednosti heterozisa (C2 x Z1 u 2010., A3 x Z1, B3 x Z3, C1 x Z1 i C2 x Z3 u 2011.), ali ni jedna od njih nije bila statistički značajna. Hibrid A2 x Z3 je imao najveći heterozis (27,02\*\*) 2010., dok je u 2011. imao četvrti po redu najveći heterozis.

## 5.5. Praktična selekcija i semenarstvo

U Tabeli 61. i 62. se nalaze rezultati od praktičnog značaja selekcije i semenarstva za komercijalizaciju novostvorenih hibrida kukuruza. Prosečan prinos majčinskih komponenti se kretao između 4,2 (C5) i 6,1 (B4) t/ha. Tester Z2 je imao najviši prinos od 5,0 t/ha, a tester Z3 najniži prinos sa 4,1 t/ha na ukupno šest lokaliteta.

Sadržaj vlage u momentu berbe se kretao od 17,0% kod linija C1 i C4 do 21,3 kod linija A1 i A3. Najnižu vlagu prosečno ima izvor C, gde ni jedna linija ne prelazi sadržaj vlage od 17,5%, dok su ostala dva izvora imala slične rezultate po sadržaju vlage. Procenat poleglih i slomljenih linija je kod roditeljskih komponenti bio nizak i kretao se od 0,8 (B5) do 4,2 (Z2).

Jalovost roditeljskih komponenti nije bila izražena ni kod jedne linije i kretala se od 0,91 (A2) do 1,08 (C1) ustanovljavajući prosečno jedan klip po biljci. Hektolitarska masa se kretala od 66,4 kg/hl (C4) do 76,5 kg/hl (Z3). Majčinske komponente su prema ovom parametru podeljene tako da izvor C ima niže, a izvori A i B nešto više vrednosti hektolitarske mase.

Kod semena roditeljskih komponenti kukuruza utvrđena je zaraženost gljivama *Fusarium veticillioides* i *Aspergillus flavus*. Procenat zaraženosti semena gljivom *Fusarium veticillioides* se kretao između 20,00% (Z1) i 78,57% (C5). Izvor C se karakteriše najneotpornijom na ispitivanu gljivu sa procentom zaraženosti između 41,70 i 78,57%. Procenat zaraženosti semena roditeljskih komponenti gljivom *Aspergillus flavus* se kretao između 1,17% (B2) do 38,87% (Z2). Izvor C se pokazao kao najneotporniji na ispitivanu gljivu sa procentom zaraženosti između 13,37 i 21,13%. Na osnovu proseka procenat zaraženosti semena *Fusarium*-om je bio oko tri puta veći nego *Aspergillus*-om.

Tabela 61. Prosečne vrednosti roditelja za prinos zrna i ostale parametre praktične selekcije i semenarstva

Genotip	PR (t/ha) <sup>1</sup>	VI (%) <sup>2</sup>	P/S (%) <sup>3</sup>	Jal <sup>4</sup>	HM (kg/hl) <sup>5</sup>	F. V. (%) <sup>6</sup>	A. F. (%) <sup>7</sup>
A1	5,5 ab	21,3 a	2,5	0,98 bcd	72,1 bcde	75,33 b	4,57 j
A2	5,3 abc	17,9 efgh	1,5	0,91 d	74,2 abcd	31,77 lm	12,27 fg
A3	4,7 bcde	19,1 bc	1,5	0,94 cd	74,2 abcd	36,37 jk	6,97 i
A4	5,7 ab	21,3 a	0,8	0,98 bcd	75,6 a	39,97 hi	12,27 fg
A5	4,2 de	18,5 cdef	2,3	0,96 cd	71,5 bcde	40,80 ghi	11,43 g
B1	5,3 abc	21,0 a	1,5	0,95 cd	70,9 de	34,70 kl	29,87 b
B2	5,6 ab	18,6 bcde	2,3	0,97 bcd	74,8 ab	38,33 ij	1,17 k
B3	5,5 ab	19,4 bc	1,4	1,01 abc	74,4 abc	43,63 fg	16,70 d
B4	6,1 a	18,6 bcde	1,1	0,99 abcd	75,6 a	38,13 ij	14,47 e
B5	4,3 de	17,7 efgh	0,8	1,00 abcd	74,8 ab	29,70 mn	5,63 ij
C1	5,4 ab	17,0 h	1,2	1,08 a	73,3 abcd	41,70 gh	14,23 e
C2	5,2 abcd	17,5 fgh	1,9	1,01 abc	74,2 abcd	65,63 c	14,07 e
C3	5,4 ab	17,1 gh	2,0	0,99 abcd	66,5 f	61,10 d	21,13 c
C4	5,7 ab	17,0 h	2,6	0,94 cd	66,4 f	56,67 e	21,10 c
C5	4,2 de	17,3 gh	1,7	0,96 cd	69,7 ef	78,57 a	13,37 ef
Z1	4,3 cde	18,1 defg	1,5	0,98 bcd	74,8 abc	27,80 n	38,87 a
Z2	5,0 bcde	19,5 b	4,2	1,06 ab	71,4 cde	20,00 o	8,93 h
Z3	4,1 e	19,0 bcd	2,4	0,98 bcd	76,5 a	46,17 f	12,27 fg
<b>Prosek</b>	5,1	18,7	1,8	0,98	72,8	44,80	14,41
<b>LSD 0,05</b>	1,02	0,99	/	0,09	3,4	2,98	1,50

<sup>1</sup> Prinos zrna; <sup>2</sup> Vlaga u zrna; <sup>3</sup> Polegle/slomljene biljke; <sup>4</sup> Jalovost; <sup>5</sup> Hektorlitaraska masa zrna;

<sup>6</sup> % zaraženosti semena *Fusarium veticillioides*; <sup>7</sup> % zaraženosti semena *Aspergillus flavus*

U Tabeli 62. se nalaze rezultati posmatranih hibrida za prinos zrna i ostale bitne parametre praktične selekcije i semenarstva. Na osnovu rezultata dvogodišnjeg ispitivanja hibrida u Tabeli 62. prema prinosu zrna i vlagi izdvajaju se tri grupe hibrida prema pripadnosti različitim FAO grupama zrenja. Grupi zrenja FAO 400 pripadaju hibridi sa sadržajem vlage 17,0-18,5%, grupi zrenja FAO 500 hibridi sa sadržajem vlage 18,6-20,2%, a grupi zrenja FAO 600 hibridi sa sadržajem vlage 20,3-21,8%. Prosečan prinos zrna se kretao od 9,3 do 12,7 t/ha.

Tabela 62. Prosečne vrednosti hibrida za prinos zrna i ostale parametre praktične selekcije i semenarstva

Hibrid	PR (t/ha) <sup>1</sup>	VI (%) <sup>2</sup>	P/S (%) <sup>3</sup>	F. V. (%) <sup>4</sup>	A. F. (%) <sup>5</sup>
A1 × Z1	11,1 defghijk	20,6 bcdefg	6,4	22,2 hij	13,4 nop
A2 × Z1	11,3 cdefghij	20,5 bcdefghi	5,8	11,7 uv	10,0 qrs
A3 × Z1	11,9 abcdef	21,8 a	6,9	8,9 wx	16,7 lm
A4 × Z1	12,1 abcde	21 abc	3,6	4,4 z	12,2 opq
A5 × Z1	11,8 abcdefg	19,8 efghijklm	1,4	13,5 rstu	15,8 lmn
B1 × Z1	11,7 abcdefgh	20,8 abcde	4,4	23,3 ghi	17,8 l
B2 × Z1	10,6 hijkl	20,4 bcdefghij	5,2	24,3 fg	7,8 stuv
B3 × Z1	10,1 klm	20,8 abcde	5,3	17,7 lmnop	27,0 fgh
B4 × Z1	10,7 ghijkl	20,6 bcdefg	4,7	21,3 ij	21,1 jk
B5 × Z1	10,2 jklm	19,7 efghijklm	3,8	29,3 de	21,6 jk
C1 × Z1	9,3 m	17,1 s	7,2	5,73 yz	11,2 pqr
C2 × Z1	11,2 cdefghij	18,7 nopq	6,8	18,7 klm	22,2 ij
C3 × Z1	11,4 bcdefghi	20,1 cdefghijk	3,0	13,3 stu	11,1 pqr
C4 × Z1	11,5 abcdefghi	18,6 opqr	5,0	9,9 vwx	12,1 opqr
C5 × Z1	9,6 lm	18,9 lmnopq	2,6	31,3 d	9,43 qrst
A1 × Z2	12,5 ab	20,3 bcdefghijk	1,6	7,8 xy	16,8 lm
A2 × Z2	12,6 a	20,9 abcd	2,4	18,2 lmno	11,3 opqr
A3 × Z2	12,5 ab	21,2 ab	4,5	15,7 opqrs	23,9 hij
A4 × Z2	12,7 a	20,5 bcdefghi	1,8	15,5 pqrs	12,2 opq
A5 × Z2	11,8 abcdef	18,9 lmnopq	2,6	17,0 mnopq	6,0 uvw
B1 × Z2	12,1 abcde	20,8 abcdef	2,5	20,0 jkl	18,9 kl
B2 × Z2	11,3 cdefghij	20,2 bcdefghijk	3,9	24,8 fg	8,9 rstu
B3 × Z2	11,8 abcdef	21,1 abc	2,3	18,5 klmn	30,2 cdef
B4 × Z2	11,8 abcdef	20,8 abcde	1,9	40,0 b	9,9 qrs
B5 × Z2	10,9 fghijk	19,4 ijklmnopq	0,8	30,0 d	5,6 vw
C1 × Z2	11 efghijk	17,2 s	5,6	16,0 nopqr	4,6 w
C2 × Z2	12,1 abcde	19,2 klmnopq	4,6	34,5 c	16,7 lm
C3 × Z2	12 abcdef	19,8 defghijkl	3,5	14,6 qrst	6,7 tuvw
C4 × Z2	11,2 cdefghij	18,7 mnopq	5,3	34,2 c	30,7 cde
C5 × Z2	11,3 cdefghij	17,5 rs	5,5	24,5 fgh	13,3 nop
A1 × Z3	11,1 defghijk	19,3 jklmnopq	2,7	21,1 ijk	13,3 nop
A2 × Z3	10,9 fghijk	20,1 bcdefghijk	5,4	40,0 b	25,4 ghi
A3 × Z3	11,9 abcdef	20,6 bcdefgh	4,0	26,7 ef	35,6 a
A4 × Z3	12,2 abcd	20,2 bcdefghijk	2,9	12,2 tuv	32,2 bc
A5 × Z3	11,6 abcdefghi	19,7 fghijklmn	1,8	11,1 uvw	31,1 cd
B1 × Z3	11,2 cdefghij	19,6 ghijklmno	6,2	29,97 d	23,25 ij
B2 × Z3	10,5 hijkl	19,5 hijklmnop	7,1	35,57 c	14,43 mno
B3 × Z3	10,6 hijkl	20,3 bcdefghij	4,2	50,03 a	13,37 nop
B4 × Z3	11,4 bcdefghi	19,8 efghijklm	2,9	38,9 b	34,43 ab
B5 × Z3	10,4 ijkl	18,8 lmnopq	5,9	20,00 jkl	21,1 jk
C1 × Z3	10,5 ijkl	17,0 s	5,3	23,33 ghi	31,1 cd
C2 × Z3	11,3 cdefghij	18,5 pqr	7,6	23,40 ghi	22,6 ij
C3 × Z3	12,3 abc	19,5 ijklmnop	4,2	31,10 d	27,8 efg
C4 × Z3	10,9 fghijk	18,5 pqr	5,1	24,97 fg	31,33 bcd
C5 × Z3	11,2 cdefghij	18,4 qr	3,1	25,57 fg	28,93 def
<b>Prosek</b>	11,3	19,7	4,2	22,2	18,5
<b>LSD 0,05</b>	0,84	1,09	/	2,61	3,21

<sup>1</sup> Prinos zrna; <sup>2</sup> Vлага u zrna; <sup>3</sup> Polegle/slomljene biljke; <sup>4</sup> % zaraženosti semena *Fusarium verticillioides*;

<sup>5</sup> % zaraženosti semena *Aspergillus flavus*

U okviru grupe zrenja FAO 400 bilo je 7 hibrida: C1 × Z1, C1 × Z2, C5 × Z2, C1 × Z3, C2 × Z3, C4 × Z3 i C5 × Z3. Svih sedam hibrida je ostvareno kombinovanjem izvora C sa testerima, a pogotovu se izdvaja linija C1 kao dobar kombinator brzo „otpuštanje“ vlage iz zrna u vreme sazrevanja, jer je u kombinaciji sa sva tri testera otpušta vlagu na nivou grupe zrenja FAO 400. Međutim, hibridi sa prinosom iznad 11,0 t/ha bili bi kandidati za proces priznavanja, a to su: C1 × Z2, C5 × Z2 i C5 × Z3. Hibrid C2 × Z3, iako sa poželjnim prinosom i vlagom se odbacuje zbog višeg procenta polegih i slomljenih biljaka (7,6%).

U okviru grupe zrenja FAO 500 bio je 21 hibrid: A5 × Z1, B5 × Z1, C2 × Z1, C3 × Z1, C4 × Z1, C5 × Z1, A5 × Z2, B2 × Z2, B5 × Z2, C2 × Z2, C3 × Z2, C4 × Z2, A1 × Z3, A2 × Z3, A4 × Z3, A5 × Z3, B1 × Z3, B2 × Z3, B4 × Z3, B5 × Z3 i C3 × Z3. Hibridi sa prosečnim prinosom iznad 11,5 t/ha bi bili kandidati za proces priznavanja, a to su: C4 × Z1, A5 × Z3, A5 × Z1, A5 × Z2, C3 × Z2, C2 × Z2, A4 × Z3 i C3 × Z3 izostavljajući hibride dobijene kombinovanjem izvora B sa testerima.

U okviru grupe zrenja FAO 600 bilo je 17 hibrida: A1 × Z1, A2 × Z1, A3 × Z1, A4 × Z1, B1 × Z1, B2 × Z1, B3 × Z1, B4 × Z1, A1 × Z2, A2 × Z2, A3 × Z2, A4 × Z2, B1 × Z2, B3 × Z2, B4 × Z2, A3 × Z3 i B3 × Z3. Hibridi sa prosečnim prinosom iznad 12,0 t/ha bili bi kandidati za proces priznavanja, a to su: A4 × Z2, A2 × Z2, A3 × Z2, A1 × Z2, B1 × Z2 i A4 × Z1. U okviru hibrida kandidata grupe zrenja FAO 600 su učestvovala pretežno linije izvora A, izuzev B1 linije kao predstavnika izvora B.

Pomeranje hibrida iz jedne u drugu grupu zrenja u Tabeli 62., uglavnom svrstava hibride sa C izvorom u četvrtu, B i delimično A izvorom u petu i pretežno A i delimično B izvorom u šestu grupu zrenja, što se velikim delom poklapa sa sadržajem vlage samih inbred linija (Tabele 61).

Procenat zaraženosti semena hibrida gljivom *F. verticillioides* se kreće od 4,4 % (A4 × Z1) do 50,03% (B3 × Z3), a gljivom *A. flavus* od 4,6% (C1 × Z2) do 35,6% (A3 × Z3). Za razliku od roditeljskih komponenti po proseku napad *Fussarium*-a je bio nešto viši od *Aspergillus*-a, ali dok je zaraženost *Fussarium*-a kod roditeljskih komponenti bio neuporedivo jači nego kod hibrida sa 44,80% prema 22,2%, zaraženost *Aspergillus*-om je bila veća kod hibrida sa 18,5% prema 14,1%.

## 5.6. Parametri stabilnosti za prinos zrna kukuruza

U Tabeli 63. su date vrednosti prinosa zrna i regresionih koeficijenata ( $b_i$ ) po Eberhart i Russell-u 45 hibrida. Veliki broj ispitivanih hibrida je uslovio širok raspon vrednosti  $b_i$ , koje su se kretale od -1,644 do 3,293. Prema dobijenim vrednostima vrednostima  $b_i$  najstabilniji hibrid je bio C3  $\times$  Z3 (1,013), a najmanje stabilan hibrid C1  $\times$  Z1 (-1,644).

Posmatrajući vrednosti  $b_i$  deset najstabilnijih hibrida, jedino hibridi C3  $\times$  Z3 ( $b_i=1,013$ ), A4  $\times$  Z3 ( $b_i=1,313$ ) i A4  $\times$  Z2 ( $b_i=1,382$ ) pored dobrih  $b_i$  vrednosti imaju i dobre vrednosti prinosa zrna tj. zauzimaju 5., 6., i 1. mesto u rangu prema prinosu. Inbred linija A4 se pokazala kao odličan kombinator i kada je stabilnost prinosa zrna u pitanju, jer je u kombinaciji sa dva od tri testera bila istovremeno i među najstabilnijim i najprinosnijim hibridima. Ostalih sedam najstabilnijih hibrida su u rangu prema prinosu zrna bili od 15. (B4  $\times$  Z2) do 33. mesta (A2  $\times$  Z3). Kada je u pitanju FAO grupa zrenja, od deset najstabilnijih hibrida, svi svi pripadaju grupi zrenja FAO 500-600.

Hibridi sa negativnom  $b_i$  vrednošću, daleko ispod jedinice kao granične vrednosti su: C1  $\times$  Z1 (-1,644), B1  $\times$  Z3 (-0,779), C4  $\times$  Z3 (-0,748), C5  $\times$  Z1(-0,270) i C1  $\times$  Z3 (-0,140) ukazujući na njihovu daleko bolju adaptiranost na lošije uslove gajenja. U tim hibridima prvenstveno učestvuju linije iz izvora C, tj. hibridi FAO 400 grupe zrenja.

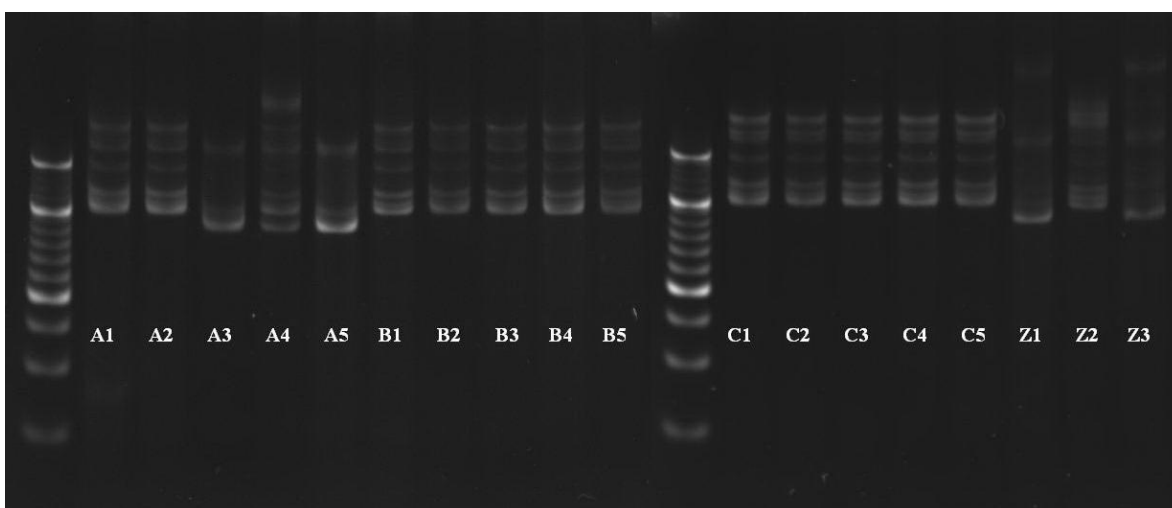
Hibridi sa pozitivnom  $b_i$  vrednošću, daleko iznad jedinice kao granične vrednosti su: A1  $\times$  Z1 (3,293), A5  $\times$  Z3 (2,831), B2  $\times$  Z3 (2,686), A3  $\times$  Z1 (2,677), C2  $\times$  Z2 (2,575), A2  $\times$  Z1 (2,569), A4  $\times$  Z1 (2,548), A2  $\times$  Z2 (2,357), B5  $\times$  Z1 (2,297), C4  $\times$  Z2 (2,218), B3  $\times$  Z2 (2,162), A5  $\times$  Z2 (2,149), A1  $\times$  Z2 (2,105) i B3  $\times$  Z1 (2,047) ukazujući na njihovu daleko bolju adaptiranost na bolje uslove gajenja. Svi pomenuti hibridi potiču iz grupe zrenja FAO 500-600.

Tabela 63. Prinos zrna (t/ha) i stabilnost prinosa zrna ( $b_i$ ) hibrida na šest lokaliteta

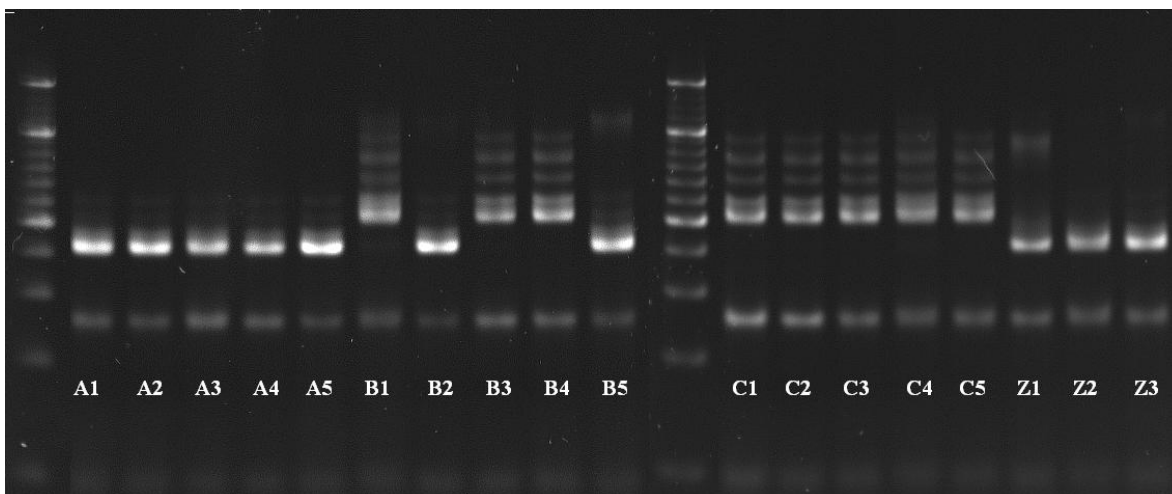
Hibrid	Prinos (t/ha)	Rang prema prinosu	$b_i$	Rang prema $b_i$	FAO grupa
A1 × Z1	11,1	31	3,293	44	600
A2 × Z1	11,3	24	2,569	37	600
A3 × Z1	11,9	12	2,677	39	600
A4 × Z1	12,1	7	2,548	36	600
A5 × Z1	11,8	16	1,627	19	500
B1 × Z1	11,7	17	0,746	6	600
B2 × Z1	10,6	37	1,782	24	600
B3 × Z1	10,1	43	2,047	27	600
B4 × Z1	10,7	36	1,573	17	600
B5 × Z1	10,2	42	2,297	34	500
C1 × Z1	9,3	45	-1,644	45	400
C2 × Z1	11,2	27	0,680	8	500
C3 × Z1	11,4	20	0,872	5	500
C4 × Z1	11,5	19	1,449	13	500
C5 × Z1	9,6	44	-0,270	33	500
A1 × Z2	12,5	4	2,105	28	600
A2 × Z2	12,6	2	2,357	35	600
A3 × Z2	12,5	3	1,618	18	600
A4 × Z2	12,7	1	1,382	10	600
A5 × Z2	11,8	14	2,149	30	500
B1 × Z2	12,1	9	1,916	25	600
B2 × Z2	11,3	22	1,357	9	500
B3 × Z2	11,8	13	2,162	31	600
B4 × Z2	11,8	15	0,932	4	600
B5 × Z2	10,9	35	1,700	22	500
C1 × Z2	11,0	32	0,359	21	400
C2 × Z2	12,1	8	2,575	38	500
C3 × Z2	12,0	10	1,477	14	500
C4 × Z2	11,2	28	2,218	32	500
C5 × Z2	11,3	23	1,389	11	400
A1 × Z3	11,1	30	1,032	2	500
A2 × Z3	10,9	33	1,060	3	500
A3 × Z3	11,9	11	1,553	16	600
A4 × Z3	12,2	6	1,313	7	500
A5 × Z3	11,6	18	2,831	43	500
B1 × Z3	11,2	26	-0,779	42	500
B2 × Z3	10,5	39	2,686	40	500
B3 × Z3	10,6	38	0,290	23	600
B4 × Z3	11,4	21	0,519	15	500
B5 × Z3	10,4	41	0,028	26	500
C1 × Z3	10,5	40	-0,140	29	400
C2 × Z3	11,3	25	0,592	12	400
C3 × Z3	12,3	5	1,013	1	500
C4 × Z3	10,9	34	-0,748	41	400
C5 × Z3	11,2	29	1,631	20	400
<b>Prosek</b>	11,3	/	1,000	/	

### 5.7. Analiza genetičke distance (GD) između genotipova

Analiza genetičke distance (GD) korišćenih genotipova je izvršena uz pomoć 21 SSR markera. Ukupan broj alela je bio 96 sa prosekom od 4,6 alela po markeru, a od toga je 85 alela bilo polimorfno sa prosečno 4,05 polimorfnih alela po markeru (Tabela 64). Najveći broj alela je imao marker umc 1799 (8), a najmanji broj alela (2) su imali markeri bnlg 1643 i phi 087. Na slikama 4. i 5. je prikazan SSR profil uzoraka dobijen korišćenjem prajmera bnlg 1443 i umc 1019.



Slika 4. SSR profil uzoraka dobijen korišćenjem prajmera bnlg 1443



Slika 5. SSR profil uzoraka dobijen korišćenjem prajmera umc 1019



Tabela 64. Prajmer, broj detektovanih alela, broj polimorfni alela i polimorfnost (%)

SSR lokus	Br. alela	Polimorfni aleli	Polimorfnost (%)
<b>bnlg 1643</b>	2	2	100,00
<b>phi 033</b>	7	4	57,14
<b>umc 1526</b>	5	4	80,00
<b>bnlg 1350</b>	4	4	100,00
<b>umc 1140</b>	3	3	100,00
<b>umc 1265</b>	3	3	100,00
<b>phi 087</b>	2	2	100,00
<b>umc 1019</b>	5	5	100,00
<b>umc 1126</b>	3	3	100,00
<b>umc 1394</b>	5	4	80,00
<b>bnlg 1443</b>	6	4	66,66
<b>umc 1859</b>	7	7	100,00
<b>umc 1695</b>	5	5	100,00
<b>umc 1400</b>	3	3	100,00
<b>umc 1799</b>	8	8	100,00
<b>umc 1782</b>	5	4	80,00
<b>umc 1040</b>	5	5	100,00
<b>umc 1492</b>	7	6	85,71
<b>umc 1957</b>	3	3	100,00
<b>umc 2047</b>	4	3	75,00
<b>bnlg 2235</b>	4	3	75,00
$\Sigma$	96	85	/
Prosek	4,6	4,05	90,45

Koeficijenti genetičke distance po *Simple match*-u imali vrednosti od 0,04 do 0,55 (Tabela 65). Najmanju genetičku distancu su imale linije C1 i C2 (0,04), a najveća genetička distanca je otkrivena između B5 i Z1 (0,55). Vrednosti koeficijenta GD majki unutar izvora A, B i C se kreću od 0,08 do 0,22 za izvor A, od 0,07 do 0,21 za izvor B i od 0,08 do 0,19 za izvor C, ukazujući na mala variranja majki unutar svakog izvora.

Posmatrajući majčinske izvore međusobno, izvori A i C imaju međusobno veće vrednosti GD, dok su vrednosti GD između izvora B i C nešto niže, ukazujući na veću genetičku bliskost B i C izvora u odnosu na A izvor. Testeri Z1 i Z3 pokazuju veliku genetičku bliskost, dok se tester Z2 izdvaja kao genetički udaljeniji Lankaster. Najveće vrednosti GD se nalaze između testera sa jedne i majki sa druge strane i variraju od 0,36 za A1 i Z2 do 0,55 za B5 i Z1.

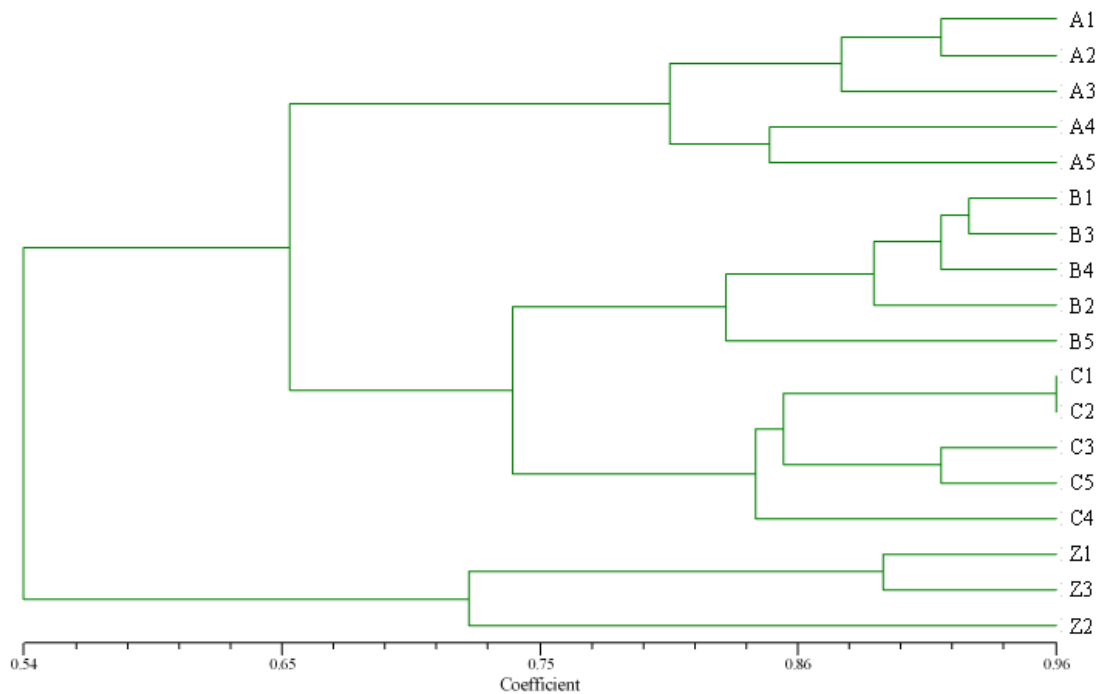
Na osnovu vrednosti koeficijenta genetičke distance između ispitivanih genotipova, formiran je dendrogram (Slika 6). Na dendrogramu su izdvojena dva subklastera. Prvi, veliki subklaster, sastavljen od majčinskih komponenti, koji se dalje deli na manje

subsubklastera, koji se u potpunosti podudaraju sa izvorima A, B i C iz kojih linije potiču. Posmatrajući izvore A, B i C na Slici 6., dendrogram je grupisao B i C klastera kao bliže, dok je A klaster nešto dalji. Ovakav rezultat se pogađa sa empirijskim podacima vezanim za poreklo korišćenih izvora, gde izvori B i C dele jednu zajedničku inbred liniju BSSS osnove (B 14). U drugom subklasteru se nalaze tester, pri čemu su tester Z1 i Z3 genetički bliži u odnosu na Z2 tester.

Tabela 65. Koeficijenti genetičke distance između ispitivanih genotipova

Gntp	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	Z1	Z2	Z3
A1	0																	
A2	0,08	0																
A3	0,14	0,11	0															
A4	0,20	0,16	0,15	0														
A5	0,21	0,22	0,21	0,15	0													
B1	0,34	0,35	0,39	0,33	0,25	0												
B2	0,26	0,30	0,33	0,29	0,19	0,11	0											
B3	0,36	0,40	0,44	0,38	0,29	0,07	0,11	0										
B4	0,35	0,39	0,32	0,39	0,31	0,08	0,18	0,08	0									
B5	0,36	0,35	0,36	0,35	0,30	0,21	0,13	0,21	0,13	0								
C1	0,31	0,36	0,38	0,34	0,33	0,22	0,26	0,22	0,21	0,34	0							
C2	0,34	0,38	0,41	0,38	0,41	0,24	0,27	0,24	0,22	0,35	0,04	0						
C3	0,33	0,36	0,38	0,41	0,31	0,18	0,21	0,18	0,16	0,30	0,12	0,13	0					
C4	0,32	0,38	0,44	0,40	0,39	0,31	0,32	0,31	0,27	0,40	0,13	0,16	0,18	0				
C5	0,32	0,38	0,41	0,38	0,36	0,24	0,27	0,24	0,20	0,33	0,15	0,19	0,08	0,16	0			
Z1	0,47	0,51	0,49	0,48	0,45	0,51	0,45	0,44	0,52	0,55	0,45	0,46	0,42	0,44	0,44	0		
Z2	0,36	0,40	0,41	0,38	0,39	0,52	0,46	0,47	0,53	0,54	0,51	0,52	0,46	0,49	0,49	0,32	0	
Z3	0,41	0,47	0,44	0,47	0,41	0,52	0,41	0,45	0,51	0,52	0,44	0,45	0,41	0,40	0,42	0,11	0,24	0

Posmatrajući dva subklastera međusobno, uviđa se jasna razdvojenost majki i testera ukazujući na potencijalno dobre heterotične parove. Ovakav rezultat se, opet, poklapa sa empirijskim podacima vezanim za poreklo majki sa jedne i testera sa druge strane.



Slika 6. Dendrogram genetičke sličnosti inbred linija po *Simple match-u*

Međuzavisnost rezultata GD dobijenih primenom SSR markera sa vrednostima PKS i vrednostima heterozisa za prinos zrna u Tabeli 66. ukazuju na nepostojeću korelaciju GD i PKS (0,06), i čak, blago negativnu korelaciju između GD i heterozisa (-0,14<sup>ns</sup>), ali zato značajno pozitivnu između heterozisa i PKS (0,35\*).

Tabela 66. Spearman-ov koeficijent korelacije ranga između GD, PKS i vrednosti heterozisa za prinos zrna

	GD	PKS
Heterozis	-0,14 <sup>ns</sup>	0,35*
PKS	0,06 <sup>ns</sup>	/

## 6. DISKUSIJA

Stvaranje hibrida kukuruza sa visokim potencijalom rodnosti zrna ili zelene mase, sposobnih prilagođavanju različitih regiona gajenja, zahteva poznavanje materijala sa kojim se raspolaže i poznavanje mehanizma delovanja gena sa drugim genima i spoljnom sredinom u ekspresiji određenog svojstva. Pravilan izbor početnog materijala je od presudnog značaja za uspeh svakog programa oplemenjivanja (Mišević, 1986). Takav materijal treba da zadovolji visoku frekvenciju poželjnih alela, dobre fenotipske osobine i kombinacione sposobnosti.

Davno uspostavljen heterotični par BSSS × Lankaster se i dalje u selekciji kukuruza veoma mnogo korisiti i predstavlja osnovu oplemenjivanja. Materijal koji je korišćen u disertaciji, upravo pripada ovim dvema heterotičnim grupama. U praktičnom izvođenju oglada po dizajnu Linija × tester, nije uobičajno korišćenje dva ili više testera jedne i iste genetičke osnove, ali su testeri odabrani na osnovu ranijeg poznavanja genetičke pozadine roditelja i mogućem ostvarivanju dobrog heterozisa između majki i oca. Pošto su korišćeni testeri iste heterotične grupe – Lankaster, mali broj PKS vrednosti je prelazio prag značajnosti od 95 i 99 %, te je samim tim otežan pronalazak najboljih genotipova. Međutim, preko združene analize OKS, PKS i srednjih vrednosti više ispitivanih osobina istih hibrida i linija bilo je moguće izdvojiti elitne linije i hibride.

Posmatranjem tabela o značajnostima variranja izvora variranja ispitivanih osobina, izuzev visine gornjeg klipa, dubine zrna i prinosa zrna, koji su na pojedinim lokalitetima imali značajnu razliku u ponavljanjima, ostatak je po ovom pitanju bio nesigifikantan ukazujući na dobro izveden poljski deo oglada. Sa druge strane, može se uočiti da su ostali izvori variranja značajno uticali na ispitivani materijal, dok je jedino interakcija linija × tester uglavnom bila nesigifikantna.

### Visina biljke i gornjeg klipa

Visina biljke i gornjeg klipa su osobine koje od početka stvaranja dvolinijskih hibrida pokazuju trend smanjenja. Ovakav trend se posebno odnosi na visinu gornjeg klipa (Meghji

i sar., 1984; Russell 1984; Duvick i sar., 2004, 2005). Tako da pri odabiru poželjnih genotipova treba ići u pravcu što većeg prinosa hibrida sa jedne i što je moguće niže pozicioniranim klipom i nižom biljkom sa druge strane.

Linije A1, A3 i A4 su genotipovi sa najvišim OKS vrednostima za visinu biljke, što se na prvi pogled smatra lošim. Međutim, linija A4 se pored visokih OKS vrednosti, visokih vrednosti za visinu biljke *per se*, odlikovala i visokim OKS vrednostima za prinos zrna. Ista linija je učestvovala u formiranju hibrida sa sva tri testera, koji su imali najviše prinose zrna i može se smatrati donorom poželjnih alela. Linija A4, iako ima pozitivne OKS vrednosti za visinu biljke je u kombinovanju sa testerima stvarala hibride, gde je  $A4 \times Z3$  imao najviše vrednosti za visinu klipa, ali samo na dva lokaliteta. Ostali hibridi sa istom linijom ( $A4 \times Z1$  i  $A4 \times Z2$ ) ne pokazuju najviše vrednosti visine biljke ni na jednom lokalitetu. U prilog tome idu i PKS vrednosti linije A4 sa sva tri testera, koje ni jednom nisu bile značajno pozitivne za visinu biljke i visinu gornjeg klipa, čak podjednako ima pozitivnih i negativnih vrednosti PKS, što ukazuje da su testeri u hibridima snizili visinu biljke, a zadržani su aleli za prinos zrna.

Linija A3 se pored pozitivnih OKS za visinu biljke odlikuje i odličnim OKS za prinos zrna. A3 je u kombinaciji sa testerom Z2 imala odličan prinos zrna i “kandidat” je za registraciju i priznavanje, dok je sa ostala dva testera ostvarila natprosečne rezultate prinosa zrna. Slično kao i kod linije A4 i ova linija u hibridima nije ostvarivala najviše vrednosti za visinu biljke.

Iako linije A3 i A4 ne pokazuju poželjne OKS vrednosti, korisno je zadržati takav materijal, jer poseduje dobre vrednosti fenotipskih osobina. Ovakav stav je u saglasnosti sa Živanović i sar. (2010), koji smatra da materijal sa nepoželjnim OKS vrednostima treba zadržati jer nekada takav materijal stvara odlične hibride u ukrštanju sa OKS kombinatorima suprotnog predznaka.

Linija A1 je, ipak, slab genotip, s obzirom da je pored visokih OKS vrednosti za visinu biljke imala niske vrednosti OKS za prinos zrna.

Linija C3 se pokazala kao negativan opšti kombinator sa niskim srednjim vrednostima za visinu biljke. Međutim, pošto ova linija ukrštena sa testerom Z3 daje veoma prinosan hibrid, ima dobre OKS vrednosti za prinos zrna i zadovoljavajući prinos *per se*,

ona predstavlja pravi izbor za stvaranje hibrida srednje rane grupe zrenja sa malim habitusom, pa samim tim sposobnošću gajenja u velikim gustinama, brzim otpuštanjem vlage u procesu sazrevanja zrna – tj. “kombajniranje direktno u zrnu”.

Za visinu gornjeg klipa poželjne su niže vrednosti, te s toga treba pratiti trend negativnih vrednosti OKS i što nižih srednjih vrednosti ove osobine kako kod roditelja, tako i kod hibrida. Visina gornjeg klipa je u visokoj korelaciji sa visinom biljke, te se genotipovi koji se odlikuju visokom biljkom najčešće pojavljuju kao genotipovi sa visoko pozicioniranim gornjim klipom. Izuzetak predstavlja linija C1, koja je imala najviše pozicioniran klip na četiri lokaliteta, dok to nije bio slučaj sa visinom biljke.

Linija A4 se pokazala kao genotip sa visoko pozitivnim OKS vrednostima za visinu gornjeg klipa, dok u hibridima, kao i za visinu biljke, nije unela tu osobinu. Linija C3 se, takođe, kao i za visinu biljke, pokazala kao negativan opšti kombinator za visinu klipa, te se smatra odličnim kombinatorom za ovo svojstvo, jer pored povoljne visine biljke i klipa, unosi u hibride poželjne alele za prinos zrna.

Značajno negativne PKS vrednosti su imali hibridi dobijeni ukrštanjem roditelja sa istim predznakom za OKS (ukrštajući dva pozitivna ili dva negativna roditelja). Ukoliko bi se išlo na značajno pozitivne PKS vrednosti za selekciju, npr. silažnih hibrida kukuruza trebalo bi ići na ukrštanje opozitnih opštih kombinatora, jer su upravo značajno pozitivne PKS vrednosti postignute ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog kombinatora.

Slična situacija je i kod visine gornjeg klipa, a to je pronalazak negativnih PKS vrednosti, koje bi “obarale” visinu klipa. Kao i kod visine biljke, kombinacije koje su imale značajno negativan PKS za visinu klipa rezultat su uglavnom nastale ukrštanjem roditelja sa istim predznakom za OKS (ukrštajući dva pozitivna ili dva negativna roditelja).

U nasleđivanju visine biljke predominantnu ulogu su imali i geni sa aditivnim i geni sa neaditivnim efektom, premda više geni sa aditivnim delovanjem. Slične rezultate su dobili Sharma (1982), Dutu (1998), Kumar i sar. (1998), Kabdal i sar. (2003) i Pavlov (2013), ali su suprotne rezultate dobili Atanaw i sar. (2003), Shams i sar. (2010) i Meseka i Ishaq (2012) koji su zaključili preovladavanje neaditivne varijanse u nasleđivanju pomenutih osobina. Razlike u načinu nasleđivanja su posledica uticaja različitih uslova spoljne sredine na različitim lokacijama i godinama (Pataki, 2010). Visina gornjeg klipa je,

sa druge strane češće bila pod kontrolom neaditivnih gena, što je u saglasnosti sa gore pomenutim autorima i njihovim istraživanjima.

### Dužina klipa

Dužina klipa je bitna osobina za selekciju, naročito kod hibrida kasnijih grupa zrenja, gde takav materijal ostvaruje veći broj zrna po redu, upravo zahvaljujući većoj dužini klipa. Obzirom da je cilj selekcije povećati broj zrna po jedinice površine i tako najdirektnije povećati prinos, ova osobina je od velikog značaja.

Shodno najvišim srednjim vrednostima za dužinu klipa, linije A2, A4, C1 i C5 imaju i naveće OKS vrednosti i predstavljaju dobre kombinatore za ovo svojstvo. Međutim, linija A2 ne poseduje dobre OKS vrednosti za prinos zrna i nije u ukrštanjima sa testerima ostvarila poželjan prinos, te kao takva ostaje samo kao donor poželjnih alela za dužinu klipa, ali ne i za prinos zrna.

U cilju oplemenjivanja na veći prinos je postizanje visoko pozitivnih PKS vrednosti u ukrštanju roditeljskih komponenti za dužinu klipa. Značajno pozitivne PKS vrednosti su nastale ukrštanjem pozitivnih opštih kombinatora, sem jedne kombinacije gde je značajno pozitivna PKS vrednost dobijena kombinovanjem pozitivnog i negativnog opšteg kombinatora. Ovakav stav je u saglasnosti sa Živanović i sar. (2006).

Analiza komponenti genetičke varijanse je pokazala daleko veći uticaj neaditivnih gena kada je u pitanju dužina klipa, s tim da je na jednom lokalitetu preovladala aditivna varijansa. Podatak o učešću obe vrste varijansi ukazuje na veliki uticaj spoljne sredine na formiranje ove osobine. Do istih rezultata i zaključaka su došli Srdić i sar. (2011) pri ispitivanju istog materijala na različitim lokalitetima, što je posledicu imalo odnos GCA/SCA za dužinu klipa i viši i niži od jedinice. Ovome u prilog idu i srednje vrednosti hibrida, gde nije bilo ni jednog hibrida koji bi ponavljao najvišu ili najnižu poziciju po rang u više od jedanput, izuzev hibrida A2 × Z3 koji je imao najduži klip na dva lokaliteta. Slična situacija za najmanju dužinu klipa je bila i kod roditeljskih komponenti.

Veći uticaj neaditivnih gena u nasleđivanju dužine klipa potvrdili su Mohammad (1993), Pal i Prodhan (1994), Sedhom (1994), Pekić (2001), Živanović i sar. (2006), Shams i sar. (2010) i Abuali i sar. (2012).

### Broj redova zrna

Pošto broj redova zrna direktno učestvuje u povećanju broja zrna po jedinici površine, ova osobina je od velikog značaja za oplemenjivanje kukuruza. Noviji i moderniji hibridi se odlikuju većim brojem redova zrna u poređenju sa starijim genotipovima. U ispitivanom materijalu su pronađeni genotipovi sa visoko pozitivnim OKS vrednostima za broj redova zrna. Linije B1, B3, B4 i C3 su odlični kombinatori za ovu osobinu, s tim da prednost u programu oplemenjivanja treba dati liniji B1, a naročito C3, jer ove linije pored poželjnih OKS vrednosti za broj redova zrna imaju dobre OKS vrednosti za prinos zrna. Linije B3 i B4 se preporučuju za korišćenje u selekciji preko stvaranja novih populacija iz kojih bi nastale nove linije sa popravljenim OKS vrednostima za prinos, a zadržane OKS vrednosti za broj redova zrna. Inbred linije B1, B3, B4 i C3 imaju uglavnom srednje vrednosti dužine klipa ispod proseka, što je i očekivano, obzirom na negativnu korelaciju broja redova zrna sa jedne i dužine klipa i broja zrna u redu sa druge strane.

Značajno pozitivne PKS vrednosti za broj redova zrna su uglavnom dobijene ukrštanjem pozitivnih opštih kombinatora. Slične rezultate dobili su Hussain i Aziz (1998) i Iqbal i sar. (2007), za razliku od Živanović i sar. (2007), koji je dobio značajno pozitivne PKS vrednosti ukrštanjem pozitivnih sa negativnim (opozitnim) opštim kombinatorima.

Analiza genetičkih komponenti otkriva nešto veći uticaj neaditivnih od aditivnih gena u kontroli nasleđivanja ove osobine. Iako je to potvrđeno na pet od šest lokaliteta, odnos GCA/SCA uglavnom nije imao vrednost drastično nižu ili višu od jedinice i bio najbliži jedinici od svih ispitivanih osobina, ukazujući da je uticaj neaditivnih gena nešto jači od aditivnih. Ovakav zaključak je u skladu sa istraživanjima autora Pal i Prodhan (1994), Dehghanapour i sar. (1997), Kumar i sar (1998), Shams i sar. (2010), a u suprotnosti sa zaključcima Živanović i sar (2010), Srdić i sar. (2011), Abuali i sar. (2012), Pavlov (2013).



### Broj zrna u redu

Broj zrna u redu je osobina koja je imala najmanje značajno pozitivnih PKS vrednosti. Razlog za to je jak heterozis koji postoji između svih majki sa jedne i očeva sa druge strane, te su sve hibridne kombinacije slično kombinovale i pokazivale sličan i veliki broj zrna u redu. Ova osobina je direktno u korelaciji sa dužinom klipa, te oplemenjivanje na dužinu klipa direktno utiče na broj zrna u redu i obrnuto.

Kada su u pitanju dobri OKS kombinatori koji u svojim ukrštanjima prenose povećan broj zrna u redu, izdvajaju se linije A3 i C5, s tim da linija C5 ne poseduje dobre OKS vrednosti za prinos zrna i za dalji rad u selekciji se preporučuje jedino kao donor poželjnih alela za povećan broj zrna u redu.

Prema dobijenim podacima o značajno pozitivnim PKS vrednostima, kojih je bilo malo, zaključeno je da se takve vrednosti dobijaju spajanjem OKS kombinatora sa istim predznakom, tj. pozitivni sa pozitivnim i negativni sa negativnim. Slične rezultate su dobili Iqbal i sar. (2007) i Hussain i Sulaiman, (2011).

Analiza komponenti genetičke varijanse za nasleđivanje broja zrna u redu ukazuje na ubedljivu dominaciju neaditivne varijanse, što se slaže sa rezultatima koji su dobili Iqbal i sar. (2007), Srđić i sar. (2007), Shams i sar. (2010), Pavlov (2013), a u suprotnosti je sa rezultatima Abuali i sar. (2012).

### Dubina zrna

Dubina zrna je osobina u direktnoj korelaciji sa ostalim komponentama prinosa, naročito debljinom oklaska i brojem redova zrna. Veća dubina zrna je sa stanovišta oplemenjivanja kukuruza pozitivna osobina, jer njenim povećavanjem smanjuje se udeo oklaska u celom klipu. Povećanjem dubine zrna kod hibrida se istovremeno povećava i masa 1000 zrna, jer su te dve osobine u snažnoj korelaciji (Vaezi i sar., 2000).

OKS vrednosti za dubinu zrna su izdvojile linije C2 i C3 kao najbolje kombinatore, od čega obe linije poseduju dobre OKS vrednosti za prinos zrna, ukazujući da pored poželjnih alela veću dubinu zrna, u hibride unose i povećan prinos. PKS vrednosti za

dubinu zrna ukazuju da se značajno pozitivne vrednosti PKS dobijaju najčešće ustanovljenom kombinacijom jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora.

Analiza komponenti genetičke varijanse za nasleđivanje dubine zrna kod hibrida ukazuje na ubedljivu dominaciju neaditivne varijanse.

### Masa 1000 zrna

U proizvodnji hibridnog semena se teži da majčinska komponenta uvek ima veći procentualni deo sitne frakcije, zbog isplativosti proizvodnje, jer se samim tim dobija veći broj zrna po jedinici mase (Božinović, 2013). Setvena jedinica od strane semenskih kompanija se prodaje farmerima po broju zrna po pakovanju. Sa druge strane, semenske kompanije proizvode komercijalno seme kod poduzimača jer u sopstvenom kompleksu nemaju dovoljno velike i neophodne površine. Poduzimači proizvedeno komercijalno seme naplaćuju po masi proizvedenog F1 zrna. Te je cilj selekcije stvoriti što prinasniju majčinsku komponentu, kojoj će masa 1000 semena imati što nižu vrednost. Sa jedne strane je kod poduzimača trošak proizvodnje najniži zbog visokog prinosa, a kod semenske kompanije je prema setvenoj jedinici najveći dobitak. Manja masa 1000 zrna upravo zavisi od krupnoće zrna i dobar je pokazatelj veličine zrna i volumena (Grbeša, 2008).

Prema napred izvedenom, cilj je majčinska komponenta sa manjom masom 1000 zrna sa jedne, a što boljim OKS vrednostima za istu osobinu sa druge strane. Kao najbolji opšti kombinatori su se izdvojile linije A4, C1 i C2. Posmatrajući svaku liniju ponaosob linija A4 sadrži odlične OKS za prinos, ali i niže srednje vrednosti mase 1000 zrna, dok to nije slučaj kod linije C2, a naročito kod linije C1. Linija A4 bi sa svojom masom 1000 zrna opravdala proizvodnju komercijalnog semena, te bi proizvodnja hibrida bila rentabilna. Linija C2 je na tri lokaliteta prelazila masu 1000 zrna od 400 g, gde bi semenska jedinica od 25000 zrna bila teška oko 10 kg i proizvodnja ne bi bila rentabilna kao kod linije A4.

Značajno pozitivne PKS vrednosti za masu 1000 zrna su dobijene uglavnom ukrštanjem pozitivnog i negativnog opšteg kombinatora. Do istih rezultata su došli Shams i sar. (2010), Pavan (2011) i Sundararajan i Kumar (2011).

Analiza komponenti genetičke varijanse ukazuje da u nasleđivanju mase 1000 zrna predominantu ulogu ima neadaptivna varijansa, što je u skladu sa Iqbal i sar. (2007), Kanagarasu i sar. (2010), Hussain i Sulaiman (2011), Pavan (2011), a u suprotnosti sa Dadheech i Joshi (2007).

### Prinos zrna

Visok prinos zrna predstavlja krajnji cilj oplemenjivača kukuruza. Zarad dobijanja visokorodnih dvolinijskih i trolinijskih hibrida, koji se danas najviše koriste, obavezno je upoznavanje materijala sa kojim se radi. Najbolji način za to je upravo provera kombinacionih sposobnosti novog materijala. Dobra inbred linija mora da zadovolji niz osobina kako bi postala elitna linija, tj. učestvovala u stvaranju komercijalnih hibrida. Među prvima u nizu su dobre kombinacione sposobnosti.

U okviru ispitivanog materijala u najbolje opšte kombinatore za prinos spadaju linije A3, A4, B1 i C3. Pregled srednjih vrednosti ostalih ispitivanih osobina i OKS vrednosti istih linija, ponovo potvrđuje njihovu superiornost. Linija A4 se pored odličnih OKS vrednosti za prinos zrna karakteriše i dobrim OKS vrednostima za dužinu klipa i masu 1000 zrna, dok gene za visoku srednju vrednost visinu biljke i visinu gornjeg klipa nije prenosila na hibride. Linija A3 se pored odličnih OKS vrednosti za prinos zrna karakteriše dobrim OKS vrednostima za broj zrna u redu. Linija B1 se pored odličnih OKS vrednosti za prinos zrna karakteriše i dobrim OKS vrednostima za broj redova zrna. Linija C3 poseduje najveći broj poželjnih osobina, jer se pored odličnih OKS vrednosti za prinos zrna karakteriše i dobrim OKS vrednostima za visinu biljke, visinu gornjeg klipa, broj redova zrna i dubinu zrna. U prilog superiornosti ovih linija ide i rezultat koji su postigli hibridi ovih linija sa testerima, gde od 12 hibrida, šest predstavljaju „kandidate“ za priznavanje.

Zasnivanje semenskog useva bilo kog hibrida kukuruza zahteva setvu majki i očeva u zasebnim redovima prema odnosu 4:2, 2:1, 5:1 ili neki drugi, u zavisnosti od osobina roditeljskih komponenata. U Republici Srbiji je najčešći odnos 4:2, gde majčinska komponenta zauzima oko dve trećine zasejane površine. U skladu sa tim, samo linije koje ostvaruju prinos viši od 4,5 t/ha mogu biti korišćene u semenskoj proizvodnji, obzirom da

bi dve trećine od 4,5 t/ha bilo 3 t/ha, što se smatra minimalnim prinosom majčinskih komponenti neophodnim za ostvarivanje dobiti (Pavlov, 2013). Roditeljske komponente koje su korišćene u ovom istraživanju prevazilaze minimalno neophodan prinos od 4,5 t/ha, osim linija A5, B5 i C5 koje ne zadovoljavaju takav standard, te se kao takve ne mogu koristiti za stvaranje hibrida. Takođe, tester Z3 prema proseku šest lokaliteta nije ostvario neophodan prinos, ali obzirom da je u pitanju očinska komponenta-polinator, takav se uslov ne primenjuje.

Dobijanje značajno pozitivnih PKS vrednosti za prinos zrna je najčešće postignuto ukrštanjem jednog pozitivnog i jednog negativnog opšteg kombinatora, što je u saglasnosti sa rezultatima Atanaw i sar. (2003), Živanović i sar. (2005, 2010). Obzirom da način postizanja visoko pozitivnih PKS vrednosti ukazuje na korišćenje opozitinih opštih kombinatora, prilikom testiranja selekcionog materijala korisno bi bilo zadržati i one genotipove koji pokazuju lošije OKS vrednosti.

Neadditivni geni su imali daleko veću ulogu u nasleđivanju prinosa zrna u odnosu na aditivne gene, što je u saglasnosti sa Peng i Virmani (1999), Atanaw i sar. (2003), Živanović i sar. (2005, 2010), Shiri i sar. (2010), Shams i sar. (2010), Abuali i sar. (2012), Meseka i Ishaq (2012), koji su u svojim istraživanjima dobili iste rezultate.

#### Interval metličanja i svilanja- ASI

Kraj 20. i početak 21. veka je obeležen klimatskim promenama i porastom prosečne temperature. Suša predstavlja sve ozbiljniji problem za gajenje kukuruza. U susret tom problemu Fischer i sar., (1983) ističu da je najveći indikator toleratnosti na sušu interval metličanja i svilanja-ASI. Obe godine u kojima je sproveden eksperimnet bile su prosečne za proizvodnju kukuruza, s tim da je temperatura za vreme oplodnje dostizala 39°C.

Cilj rada je bio ispitivanje intervala metličanja i svilanja u smislu dobijanja informacija o tolerantnosti korišćene germplazme na visoke temperature i manjak padavina za vreme vegetacionog perioda kukuruza. Kada su u pitanju i roditeljske komponente i hibridi, u materijalu nije pronađen ni jedan genotip koji se odlikovao vrednošću intervala ASI većom od 5 dana, za koju se smatra da je kritična (Edme i Gallaher, 1993). Očevi, iako

su imali nešto veće ASI vrednosti, nisu prelazile graničnu vrednost. Veće vrednosti ASI za očeve su i očekivane, obzirom da potiču iz Lankaster heterotične grupe, koja se upravo odlikuje ranijim izbacivanjem metlice u odnosu na svilu u okolnostima visokih temperatura. Najviše vrednosti ASI koje su imali hibridi su niže od najviših vrednosti njihovih roditelja, ukazujući da se heterozigotni genotipovi (F1 hibridi) koji su nastali ukrštanjem linija, tj. homozigota, odlikuju većom tolerantnošću na stres izazvan visokim temperaturama i manjkom padavina.

### Korelacija prinosa i komponenti prinosa

Korelacija kvantitativnih osobina je veoma prisutna u oplemenjivanju kukuruza. Preko koeficijenata korelacije se utvrđuje stepen povezanosti kvantitativnih osobina kod kukuruza. Različiti autori u svojim istraživanjima su došli do različitih zaključaka o načinu i intenzitetu povezanosti izučavanih osobina, ukazujući da se svaki materijal odlikuje svojom posebnošću u koreliranju posmatranih osobina i da ne postoji jedinstven stav.

Korelacioni koeficijenti roditelja ukazuju na najveću povezanost prinosa zrna sa brojem redova zrna i visinom gornjeg klipa, dok je kod ostalih osobina jedino prisutna jaka korelacija između visine biljke i visine gornjeg klipa, koja je očekivana. Hibridi su pokazali na visok stepen povezanosti prinosa zrna sa visinom biljke, visinom gornjeg klipa, dubinom zrna i masom 1000 zrna.

Ovakav rezultat upućuje na zaključak da ukoliko bi se pravila F2 populacija od najboljih roditelja u cilju dobijanja novih inbred linija, trebalo bi ići na selekciju što viših biljaka i više pozicioniranog gornjeg klipa. Međutim, u mikroogledima su različiti hibridi gajeni jedni do drugih. Kako su genotipovi različite visine, često dolazi do zasenjivanja nižih od strane viših. Takvi uslovi doprinose favorizovanju viših i robusnijih habitusa, jer su u tom slučaju takvi hibridi prinrodniji. Ovakvim okolnostima zadatak selekcionera je znatno otežan. Cilj je selekcija hibrida sposobnih da trpe veću gustinu setve, tj. ne previsokih, kako bi se povećao broj zrna po jedinice površine i tako direktno povećao i prinos. Ovakav stav je skladu sa Meghji i sar. (1984), Russell (1984), Carlone i Russell (1987), Duvick i sar. (2004, 2005), koji pored selekcije hibrida na tolerantnost na gajenje u

uslovima veće gustine, prvenstveno ističu trend snižavanja visine biljke i gornjeg klipa komercijalnih hibrida stvaranih poslednjih decenija.

Pošto su i roditelji i hibridi sejani na istu gustinu od 67000 biljaka/ha, što predstavlja uobičajnu gustinu kada je u pitanju semenski usev jer su linije uvek nižeg habitusa, hibridi izloženi ovakvoj gustini reaguju drugačije i prinos u mnogo većoj meri zavise od visine biljke. Takav stav je i potvrđen korelacionim koeficijentima prinosa zrna i visine biljke, koji je mnogo viši i značajan kod hibrida u odnosu na roditelje (0,56\*\* za hibride u odnosu na 0,12 za roditelje). Značajna i pozitivna korelacija visine biljke i visine gornjeg klipa sa prinosom zrna je potvrđena od strane velikog broja autora: Annapurna i sar. (1998), Gautam i sar. (1999), Khakim i sar. (1998), Mohammad i sar. (1999), Umakanth i sar. (2001), Pavlov i sar. (2012), Bello i sar. (2010), Rafiq i sar. (2010), Malik i sar. (2011).

Hibridi su ispoljili veliku zavisnost prinosa zrna i dubine zrna, što je u skladu sa Nemati i sar. (2010) i veliku zavisnost prinosa zrna sa masom 1000 zrna koja je potvrđena od strane Ahmad i Saleem (2003) i Rafiq i sar. (2010).

Linije su, sa druge strane, ispoljile veliku korelaciju prinosa zrna sa brojem redova zrna, koju su u svojim istraživanjima potvrdili Corke i Kannenberg (1998), Mohammadi i sar. (2003), Hefny (2011), Čamdžija i sar. (2012), Stevanović i sar. (2012).

### Heterozis prema boljem roditelju

Heterozis kao hibridna bujnost F1 generacije je očekivana pojava kod ukrštanja genetički divergentnog materijala. Oplemenjivanje kukuruza na prinos zrna je utemeljeno na iskorišćavanju heterozisa (Schwarc i Laugner, 1969). Selekcioner prilikom testiranja materijala nepoznatog porekla, na osnovu srednjih vrednosti ispitivanih fenotipskih osobina F1 generacije otkriva genetičku pozadinu materijala. Majčinske linije, korišćene u ovom radu, su na osnovu empirije trebale biti nesrodne sa testerima. Takva pretpostavka je dokazana apsolutnom superiornošću skoro svih ispitivanih osobina kod hibrida u odnosu na roditelje.

Izuzev broja redova zrna, kao jedine osobine koja je proseku iz 2010. i 2011. godine imala vrednosti heterozisa 0,86 i -4,31 (Tabele 59 i 60), sve ostale osobine su imale daleko

veći heterozis. Razlog za niske vrednosti heterozisa za broj redova zrna se nalazi u korišćenim testerima Lankaster osnove, koji najčešće imaju između 10 do 14 redova zrna (Tabela 25). U ukrštanju sa majkama, testeru su najčešće obarali broj redova zrna u hibridima, te je mali broj hibrida koji su imali veći broj redova zrna u odnosu na roditelje. Broj redova zrna kod hibrida je retko veći od broja redova zrna roditelja, što je u skladu sa Sečanski i sar. (2005), Boćanski i sar. (2010) i Srdić i sar. (2011), koji su istakli da je kod broja redova zrna najčešći načini nasleđivanja intermedijarno, parcijalna dominacija i dominacija.

Heterotičnost ukrštanih roditelja je najviše dokazana prinosom zrna, koja je u obe ispitivane godine iznosila 131,05 i 121,19%. Vrednosti heterozisa za prinos zrna su bile najveće u odnosu na vrednosti heterozisa ostalih osobina.

Masa 1000 zrna je još jedna osobina, pored broja redova zrna, koja je imala negativne vrednosti heterozisa, ali u svega kod nekoliko hibrida  $C2 \times Z1$  u 2010. i  $A3 \times Z1$ ,  $C1 \times Z1$ ,  $B3 \times Z3$  i  $C2 \times Z3$  u 2011. godini. Isti hibridi su u drugoj godini testiranja ostvarili pozitivan heterozis. Linija C2 se jedina ponavlja u dve kombinacije, koje nisu imale pozitivan heterozis za masu 1000 zrna. Razlog za to je masa 1000 zrna linije C2, koja je na četiri od šest lokaliteta bila najviša (Tabela 43).

#### Praktična selekcija i semenarstvo

Krajnji rezultat selekcije kukuruza predstavlja hibrid koji treba da odgovori na zahteve tržišta u pogledu prinosa, stabilnosti, kvaliteta i zdravstvene ispravnosti proizvoda. Obzirom da hibrid nastaje ukrštanjem odabranih roditelja, iste navedene osobine koje treba da prate sam hibrid moraju pratiti i roditeljske komponente.

Pošto je veliki uticaj ekološke varijanse na ostvarivanje vrednosti fenotipskih osobina, roditelje je takođe bitno ispitati na većem broju lokaliteta kako bi se utvrdila varijabilnost prinosa. Brkić (2003) ističe da je zbog ograničenosti površina namenjenih za semensku proizvodnju kukuruza neophodno selekcionisati visoko rodne linije, koje u semenskoj proizvodnji ostvaruju najmanje tri tone po hektaru.

Roditeljske komponente na proseku svih šest lokaliteta su postigle odlične prinose (Tabela 61), izuzev linija A5, B5 i C5. Prosečan sadržaj vlage na šest lokaliteta je podelio korišćene majke hibrida u FAO grupe zrenja, koje se podudaraju sa empirijskim podacima, s tim da su prema dužini vegetacionog perioda bliži izvori A i B u odnosu na izvor C. Sadržaj vlage u zrnu u vreme berbe kod testera se, takođe podudara sa empirijskim znanjem o dužini vegetacionog perioda. Tester Z2 je po dužini vegetacionog perioda bliži testeru Z3. Broj poplegih i slomljenih biljaka i jalovost kod roditelja su bile na minimumu, još jednom pokazujući kvalitet korišćenog materijala. Nakon fitopatološke analize roditeljskih komponenti, ustanovljeno je da su zrna bila izložena velikom napadu dveju gljiva *Fusarium verticillioides* i *Aspergillus flavus*. Napad *A. Flavus* je bio slabiji od *F. Verticillioides* za oko tri puta. *Fusarium verticillioides* dovodi do smanjenja prinosa zrna i utiče na proces mokrog mlevenja gde dolazi do pojave i biosinteze mikotoksina fumonizina (Munkvold i Desjardins, 1997; Lević i sar., 2004). *Aspergillus flavus* proizvodi aflatoksin koji je odgovoran za mnoge bolesti ljudi i životinja (Gourama i Bullerman, 1995; Bennett i Klich, 2003). Većina roditelja nije pokazala otpornost prema ovom patogenu. Jedino linija B2 sa 1,17% zaraženosti pokazuje veći otpor i predstavlja liniju nosioca gena koji se suprotstavljaju ovoj gljivi. Roditelji koji su korišćeni u ovom materijalu su brani sa prosečnom vlagom od 18,7 %. Razlog za ovakve fitopatološke rezultate se nalazi delimično u neotpornosti materijala, ali i velikim delom zavisi od momenta berbe i potrebnim vremenom za sušenje zrna. Berba semenskog kukuruza počinje kada je vlaga zrna 35-38%, odnosno kada je seme dostiglo punu fiziološku zrelost (Pavlov i sar., 2006). Visok sadržaj vlage u semenu direktno utiče na smanjenje osipanja zrna sa klipa i smanjenje negativnog uticaja različitih patogena i štetočina kod semenskog kukuruza, a vreme od početka berbe do početka sušenja može imati presudnu ulogu u ostvarivanju višeg kvaliteta semena (Đukanović i sar., 2005).

Sušтина testiranja hibridnih kombinacija u selekciji kukuruza je izdvajanje natprosečnih hibrida prema prinosu zrna, silaže ili nekom drugom željenom svojstvu, zatim njegova registracija i umnožavanje.

Broj biljaka po jedinici površine je najvažnija komponenta prinosa. Danas, a pogotovo u buduće povećavaće se broj biljaka po jedinici površine. U takvim uslovima



posebno su bitne osobine kao: otpornost na poleganje i lom stabla i poleganje iz korena. U tom smislu treba raditi selekciju hibrida nižim stablom, nižim klipom i erektofilnim listovima (Jocković i sar., 2011).

Prema prosečnom učinku na šest lokaliteta izdvojeno je petnaest hibridnih kombinacija u tri FAO grupe zrenja, koji odgovaraju standardima Sortne Komisije Republike Srbije. Prosečan prinos svih hibrida (Tabela 62) je bio 11,3 t/ha, dokazujući da su hibridi visokog potencijala rodnosti i s obzirom na gustinu setve, sposobni da trpe stresne uslove visokih gustina. Vrste patogena koje su se javile kod hibrida se podudaraju sa patogenima kod roditelja, sa razlikom što je prosečan napad *F. Verticillioides* slabiji kod hibrida u odnosu na roditelje za 50%. *A. Flavus* je sa druge strane imao nešto jači napad na hibride u odnosu na roditelje. Nije detektovan ni jedan otporan genotip na ove patogene.

#### Parametri stabilnosti za prinos zrna kukuruza

Oplemenjivanje kukuruza prati i obavezna provera stabilnosti stvorenih genotipova na različite uslove gajenja. Do sada je stvoreno više metoda za proveru stabilnosti, gde je metod Eberhart i Russell (1966) među najčešće korišćenim. Republika Srbija poseduje različite rejone gajenja i različite agroekološke uslove koji pogoduju gajenju hibrida različitih grupa zrenja FAO 300-700. Klimatski i agroekološki uslovi variraju kako od lokaliteta do lokaliteta, tako i od godine do godine, te je neophodno isti hibrid ispitati na različitim spoljašnjim sredinama i godinama. Proizvodne godine 2010. i 2011. kada je postavljan ogled, se mogu smatrati prosečno povoljnim godinama za proizvodnju kukuruza.

Širok interval variranja  $b_i$  je posledica velikog broja testiranih hibrida, a sa druge strane manjeg broja lokaliteta. Rezultati parametara stabilnosti posmatranih hibrida navode na zaključak da su hibridi srednje kasne grupe zrenja FAO 500-600 stabilniji od hibrida FAO 400, pošto u deset najstabilnijih hibrida spadaju samo hibridi FAO 500-600. Bitno je napomenuti učinak  $C3 \times Z3$ , kao najstabilnijeg hibrida, predstavnika grupe zrenja FAO 500, a petog prema rangu prinosa zrna. Međutim, sledeća četiri najstabilnija hibrida  $A1 \times Z3$ ,  $A2 \times Z3$ ,  $B4 \times Z2$  i  $C3 \times Z1$  zauzimaju 30, 33, 15 i 20. mesto u rangu prema prinosu, dok prva četiri najprinosnija hibrida  $A4 \times Z2$ ,  $A3 \times Z2$ ,  $A2 \times Z2$  i  $A4 \times Z2$  zauzimaju 10,

18, 35 i 28. mesto prema  $b_i$ . Rezultati koje su ostvarili najstabilniji hibridi se uglavnom ne poklapaju sa njihovim učinkom prema prinosu zrna, što je u skladu sa Babić i sar. (2006), koji, takođe zaključuju da najstabilniji hibridi ne moraju nužno biti i najprinosniji i obratno.

Preraspodela stabilnosti prema grupama zrenja je pokazala da su hibridi srednje kasne grupe zrenja FAO 500-600 daleko bolju prilagođenost na lokalitetima sa boljim agroekološkim uslovima, jer je od 38 hibrida iz te grupe zrenja 29 pokazalo vrednosti  $b_i$  iznad jedinice. Sa druge strane, od 7 hibrida grupe zrenja FAO 400, pet su imala vrednosti ispod jedinice, pokazujući bolju prilagođenost na lokalitetima manje povoljnih agroekoloških uslova. Do istih rezultata su u svojim istraživanjima došli Loffler i sar. (1986) i Pavlov i sar. (2011), s tim da Pavlov još napominje nužnost preraspodele na hibride kukuruza ranih i srednje ranih grupa zrenja za lokalitete lošijih agroekoloških uslova i hibride kasnijih grupa zrenja za lokalitete boljih agroekoloških uslova. U godinama sa dovoljno padavina hibridi kasnijih grupa zrenja postižu više prinose, ali nepredvidivost u pogledu meteoroloških uslova ograničava setvenu strukturu u pogledu u pogledu gajenja samo hibrida kasnijih grupa zrenja, te treba biti obazriv u planiranju odabira hibrida za setvu, jer u agroekološki nepovoljnim godinama hibridi ranijih grupa zrenja bolje podnose stres izazvan visokim temperaturama i sušom.

#### Genetička distanca (GD)

Glavni problem u oplemenjivanju kukuruza je da je potrebno puno vremena za ispitivanje novih hibridnih kombinacija. Povećanje efikasnosti selekcije postaje imperativ, a za tako nešto je potrebna primena novih tehnika u stvaranju inbred linija i hibrida. Primena molekularnih markera u poljoprivredi u mnogome olakšava, ubrzava posao i povećava tačnost selekcionera.

Grupisanje roditeljskih komponenti je izvršeno na osnovu podataka o genetičkoj distanci, dobijenih primenom SSR markera. Dobijeni klasteri, zasnovani na vrednostima GD, su bili u saglasnosti sa poreklom ispitivanih samooplodnih linija. Najniže vrednosti GD su otkrivene upravo među linijama istog izvora. Iako su najveće vrednosti GD otkrivene između izvora B i Z, a pogotovu između linija B5 i sva tri testera (Tabela 65), ti

hibridi nisu postigli najveće prinose. Čak što više, B5 × Z1, B5 × Z2, B5 × Z3 su u rangu prema prinosu zrna (Tabela 63) postigli 42, 35, odnosno 41. mesto. Sa druge strane su tri najrodnija hibrida A4 × Z2, A3 × Z2 i A2 × Z2 imala GD između roditelja tih hibrida u vrednosti od 0,38; 0,41; odnosno 0,40. Ovakvi rezultati navode na zaključak da nepostojeću korelaciju između GD sa jedne strane, a PKS-a i heterozisa sa druge strane. Rezultati korelacionih koeficijenata u Tabeli 65. su upravo dokazali to, gde su vrednosti tih koeficijenata između GD sa jedne, a heterozisa i PKS-a sa druge strane iznosili -0,14<sup>ns</sup> i 0,06<sup>ns</sup>.

U stvaranju hibridnih kombinacija korišćeni roditelji parovi između kojih je postojala uska GD (od 0,36 za hibrid A1 × Z2 do 0,55 za hibrid B5 × Z1) (Tabela 65). Dobijeni rezultati i vrednosti GD nisu mogli biti od velikog značaja u smislu određivanja roditeljskog para za koji bi se lakše predvideo visok heterozis i prinos, samo na osnovu GD. Međutim, lako je bilo predvideti viši heterozis između izvora A, B i C sa jedne i testera sa druge strane, obzirom na GD vrednosti koje su ispoljili. Ovakav stav je u saglasnosti sa Drinić i sar. (2002), Reif i sar. (2003), Barbosa i sar. (2003), Betran i sar. (2003), Xu i sar. (2004), Phumichai i sar. (2008), Kumari i sar. (2008), Balestre i sar. (2008), Pongai i sar. (2009), Mladenović Drinić i sar. (2012), koji napominju da je efikasnost metoda GD visoka kada se u proučavanom materijalu nalaze hibridi, dobijeni ukrštanjem samo od srodnih ili hibridi dobijeni ukrštanjem i srodnih i nesrodnih linija. Sa druge strane, odnos između GD nesrodnih linija i njihovih hibrida su od slabijeg praktičnog značaja za predviđanje heterozisa.

## 7. ZAKLJUČAK

Korišćeni materijal (i majke i očevi) su pokazali visok nivo heterotičnosti u stvaranju hibrida visokog potencijala rodnosti. Pronađeni su hibridi, koji u potpunosti zadovoljavaju selekcionerske, semenarske i tržišne kriterijume. Hibridi  $A4 \times Z1$ ,  $A2 \times Z2$ ,  $A3 \times Z2$ ,  $A4 \times Z2$ ,  $B1 \times Z2$ ,  $A4 \times Z3$ ,  $C2 \times Z2$ ,  $C3 \times Z2$ ,  $A4 \times Z3$  i  $C3 \times Z3$  su prema prosečnom prinosu na šest lokaliteta ostvarile prinos viši od 12 t/ha, svrstavajući ih u najprinosnije hibride.

U radu su pronađene majčinske linije sa natprosečnim i statistički značajnim OKS vrednostima za prinos zrna i kvantitativna svojstva. Inbred linije A3, A4, B1 i C3 se izdvajaju kao najbolji OKS kombinatori za prinos zrna, čija dalja upotreba treba prvenstveno da ide u pravcu stvaranja novih visokorodnih hibrida. Osim prinosa zrna, kao najbitnijeg svojstva, pronađeni su donori poželjnih alela za ostale ispitivane osobine za dalji rad u selekciji. Osim upotrebe natprosečnih genotipova u stvaranju novih hibrida, preporučuje se njihova upotreba u stvaranju novih populacija kukuruza za stvaranje novih poboljšanih inbred linija.

Kao elitne inbred linije izdvojile su se:

- A3 se pored odličnih OKS za prinos, izdvojila kao veoma poželjan donor za stvaranje hibrida sa nisko pozicioniranim gornjim klipom, jer je za ovu osobinu imala negativne vrednosti OKS. U daljim programima selekcije, osim za prinos zrna, ova linija predstavlja donor poželjnih alela za stvaranje linija sa nisko pozicioniranim gornjim klipom klipom.
- A4 se izdvojila linija koja se odlično kombinuje sa testerima Lankaster heterotične grupe stvarajući visokoprinosne hibride. Osim visokih OKS za prinos zrna, izdvojila se kao opšti kombinator sa najvišim vrednostima OKS za visinu biljke i gornjeg klipa. Iako je takav rezultat u početku smatran lošim, analizom srednjih fenotipskih vrednosti njihovih hibrida za date osobine, ustanovljeno je da nepovoljnu osobinu suviše visoke biljke ne prenosi na potomstvo.
- B1 linija je prepoznata kao dobar kombinator za prinos zrna i stvaranje visokoprinosnih hibrida. Osim prinosa zrna, linija je otkrivena kao odličan

kombinator za broj redova zrna, kao osobine koja će sigurno učestvovati mnogo više u budućim hibrida.

- C3 se pokazala kao genotip sa najviše poželjnih OKS vrednosti. Pored povoljnih OKS za prinos zrna, pokazala je poželjne (negativne) OKS vrenosti za visinu biljke, gornjeg klipa, a pozitivne OKS za broj redova zrna i masu 1000 zrna. Preporučuje se za dalji rad, kako preko stvaranja novih hibrida, tako i kao donor poželjnih alela u stvaranju novih populacija.

Linije donori poželjnih alela, koje se preporučuju za dalji rad u programima oplemenjivanja, ali prvenstveno kao donori poželjnih osobina i povećanje frekvencije poželjnih alela u populacijama:

- A2, C1 i C5 su inbred linije, kod kojih su otkrivene povoljne OKS vrednosti za dužinu klipa.
- B3, B4 su inbred linije, kod kojih su otkrivene povoljne OKS vrednosti za broj redova zrna.
- C5 inbred linija se pokazala kao dobar kombinator za broj zrna u redu.
- C2 inbred linija se pokazala kao dobar kombinator za dubinu i masu 1000 zrna.

Kada je u pitanju način nasleđivanja, shodno hipotezi, neaditivna varijansa je imala veći značaj u nasleđivanju prinosa zrna i kvantitativnih osobina od aditivne varijanse. Izuzev visine biljke gde su se javljale obe varijanse (4:2 u korist neaditivne), kod ostalih osobina je bila neaditivna varijansa daleko više zastupljena.

Prilikom ispitivanja ASI roditelja i njihovih hibrida, nije pronađen genotip koji je imao vrednosti intervala veće od graničnih (5 dana) kako bi takav genotip spadao u kategoriju netolerantnog po pitanju abiotičkog stresa visoke temperature i manjka padavina. Iako su 2010. i 2011. godina bile prosečne po rodности kukuruza, visoke temperature su bile prisutne u periodu cvetanja kukuruza, ali za vreme tog perioda nije bilo genotipa koji se približio kritičnoj vrednosti. Linije su imale nešto više ASI vrednosti od hibrida, što je razumljivo jer je su korišćene linije u homozigotnom obliku.

Uz pomoć korelacionih koeficijenata kod hibrida je ustanovljena velika međuzavisnost prinosa zrna sa dubinom zrna i masom 1000 zrna. Dalji pravac selekcije hibrida na ispitivanom materijalu bi trebalo da ide u pravcu povećanja srednjih fenotipskih vrednosti ove dve komponente, čije bi povećanje trebalo najviše da vodi povećanju prinosa zrna kod hibrida.

Na osnovu empirijskih podataka o roditeljima, znatan heterozis se očekivao među korišćenim inbred linijama. Heterozis je računat prema boljem roditelju, a dobijeni podaci su potvrdili hipotezu o heterotičnosti roditelja. Najveća vrednost heterozisa prema boljem roditelju dobijena za osobinu prinosa zrna od 131,05% u 2010. i 121,19% u 2011. godini.

U radu nisu pronađeni genotipovi (ni kod linija ni kod hibrida) otporni na delovanje patogena *Fusarium verticillioides* i *Aspergillus flavus*. Jedino linija B2 sa 1,17% zaraženosti od strane gljive *Aspergillus flavus*, predstavlja nosioca gena tolerantnosti na delovanje ovog patogena.

U toku rada na doktorskoj disertaciji, hibridi koji su pokazivali nadprosečne rezultate su dati na testiranje od strane Sortne Komsije Republike Srbije. Priznati su i registrovani sledeći hibridi:

A3 × Z2, priznat i registrovan kao ZP 590

A3 × Z3, priznat i registrovan kao ZP 588

A4 × Z1, priznat i registrovan kao ZP 454

A4 × Z2, priznat i registrovan kao ZP 600

A4 × Z3, priznat i registrovan kao ZP 560

B1 × Z2, priznat i registrovan kao ZP 577

B3 × Z2, priznat i registrovan kao ZP 644

## 8. LITERATURA

- Abuali A.I., Abdelmulla A.A., Khalafalla M.M., Idris A.E., Osman A.M. (2012): Combining Ability and Heterosis for Yield and Yield Components in Maize (*Zea mays* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 6(10): 36-41.
- Ahmad A., Saleem M. (2003): Path coefficient analysis in *Zea mays* L. *International Journal of Agriculture and Biology* 5(3): 245-248.
- Annapurna D., Khan K.H.A., Mohammad S. (1998): Genotypic, phenotype correlations and path coefficient analysis between seed yield and other associated characters in tall genotypes of maize. *Crops Research* 16: 205-209.
- Artlip T.S., Madison J.T., Setter T.L. (1995): Water deficit in developing endosperm of maize: cell division and nuclear DNA endoreduplication. *Plant, Cell and Environment* 18: 1034–1040.
- Atanaw A., Nayakar N.Y., Wali M.C. (2003): Combining Ability, Heterosis and per se Performance of Height Characters in Maize. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 16(1): 131-133.
- Babic V., Babic M., Delic N. (2006): Stability parameters of commercial maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Genetika* 38(3): 235- 240.
- Balestre M., Machado J.C., Lima J.L., Souza J.C., Nóbrega Filho L. (2008): Genetic distance estimates among single cross hybrids and correlation with specific combining ability and yield in corn double cross hybrids. *Genetics and Molecular Research* 7 (1): 65-73.
- Barbosa A.M.M., Geraldi I.O., Benchimol L.L., Garcia A.A.F., Souza Jr. C.L., Souza A.P. (2003): Relationship of intra- and inter-population maize single crosses hybrid performance and genetic distances computed from AFLP and SSR markers. *Euphytica* 130: 87-99.
- Beadle, G. W., 1939 Teosinte and the origin of maize. *J. Hered.* 30: 245-247.
- Bello O.B., Abdulmalik S.Y., Afolabi M.S., Ige S.A. (2010): Correlation and path coefficient analysis of yield and agronomic characters among open pollinated maize

- varieties and their F1 hybrids in a diallel cross. *African Journal of Biotechnology* 9(18): 2633-2639.
- Bennett J.W., Klich M. (2003): Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews* 16: 497-516.
- Betran F.J., Ribaut J.M., Beck D., Gonzalez De Leon D. (2003): Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and nonstress environments. *Crop Science* 43: 797-806.
- Boćanski J., Jocković Đ., Radojčić S., Popov R., Čapelja V. (2008): Proizvodnja F1 semena NS hibrida kukuruza – mogućnosti unapređenja. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Sveska 45, str. 81-87.*
- Boćanski J., Srećkov Z., Nastasić A., Ivanović M., Đalović I., Vukosavljev M. (2010): Način nasleđivanja i kombinacione sposobnosti broja redova zrna na klip, broja zrna u redu i prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.). *Genetika* 42(1): 169-176.
- Bolaños J., Edmeades G.O. (1993): Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization. *Field Crops Research* 31(3-4): 233-252.
- Bolaños J., Edmeades G.O. (1996): The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *Field Crops Research* 48(1): 65-80.
- Borojević S. (1981): Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Novi Sad: Radnički univerzitet “Radivoj Ćirpanov”.
- Božinović S. (2013): Uticaj citoplazmatične muške sterilnosti i ksenija na prinos zrna i agronomske osobine kukuruza. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet.
- Brkić I., Parlov D., Kozumplik V. (2003): Maize seed production in Croatia. Bericht über die 54. Tagung 2003 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs BAL Gumpenstein, 25-27. November 2003.
- Burgess L.W., Summerell B.A., Bullock S., Gott K.P., Backhouse D. (1994): *Laboratory Manual for Fusarium Research*, 3rd ed. University of Sydney/Royal Botanic Gardens, Sydney, Australia.



- Čamdžija Z., Filipović M., Stevanović M., Mladenović Drinić S., Vančetović J., Babić M. (2012): Prinosa i komponente prinosa komercijalnih ZP hibrida kukuruza različitih grupa zrelosti. *Selekcija i Semenaštvo* 18(1): 43-50.
- Čamdžija Z., Filipović M., Stevanović M., Mladenović-Drinić S., Vančetović J., Babić M. (2012): Prinosa i komponente prinosa komercijalnih ZP hibrida kukuruza različitih grupa zrelosti. *Selekcija i Semenaštvo* 18(1): 41-48.
- Campos H., Cooper M., Habben J.E., Edmeades G.O., Schussler J.R. (2004): Improving drought tolerance in maize: A view from industry. *Field Crops Research* 90(1): 19-34.
- Cardwell V.B. (1982): Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. *Agronomy Journal* 74: 984-990.
- Carlone M.R., Russell W.A. (1987): Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop Science* 27: 465-470.
- Corke H., Kannenberg L.W. (1998): Selection for vegetative phase and actual filling period duration in short season maize. *Crop Science* 29: 607-612.
- Daberkow S., Taylor H., Huang W.Y. (2000): Agricultural Resources and Environmental Indicators (AH722). Chapter 4.4: Nutrient use and Management [Online]. Available by Economic Research Service-USDA [http://www.ers.usda.gov/publications/arei/ah722/arei4\\_4/DBGen.htm](http://www.ers.usda.gov/publications/arei/ah722/arei4_4/DBGen.htm)
- Dadheech A., Joshi V.N. (2007): Heterosis and combining ability for quality and yield in early maturing single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Agricultural Research* 41(3): 210 - 214
- Dehghanpour Z., Ehdaie B., Moghaddam M., Griffinh B., Hayman B. (1997): Diallel analysis of agronomic characters in white endosperm corn. *Journal of Genetics and Breeding* 50(4): 3757-365.
- Dhilon B.S., Singh J., Sethi A.S. (1975): Varietal performance as a measure of general combining ability in maize. *Z. Pflanzenzüchtung* 75: 30-35.
- Drinic Mladenovic S., Trifunovic S., Drinic G., Konstantinov K. (2002): Genetic diversity and its correlation to heterosis in maize as revealed by SSR based markers. *Maydica* 47: 1-8.

- Đukanović L., Pavlov M., Marinković M. (2005). Uticaj načina berbe na kvalitet semena kukuruza. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi / PTEP 9(3-4): 59-61.
- Dutu H. (1998): Phenotypic and genetic correlations between vegetative period and grain yield and other agronomic trait in early maize. Analete Institutului de Cercetari pentru cereale Si plante Technice Fundulea 65: 101-109.
- Duvick D.N., Smith J.S.C., Cooper M. (2004): Long-term selection in a commercial hybrid maize breeding program. In: J. Janick (Ed.), Plant Breeding Reviews. Part 2. Long Term Selection: Crops, Animals, and Bacteria, Vol. 24. John Wiley & Sons, New York. pp. 109-151.
- Duvick D.N. (2005): Genetic progress in yield of United States maize (*Zea mays* L.) *Maydica* 50: 193-202.
- East E.M. (1908): Inbreeding in corn. Rep. Conn. Agric. Exp. Stn. 419–428.
- Edme S., Gallaher R.N. (1993): Breeding tropical corn for drought tolerance. Proceedings of the 1993 Southern conservation tillage conference for sustainable agriculture. Monroe, Louisiana June 15-17, pp 5-7.
- Edmeades G.O., Bolaños J., Chapman S.C., Lafitte H.R., Bänziger M. (1999): Selection for drought tolerance increases maize yields across a range of nitrogen levels. *Crop Science* 39(4): 1306-1315.
- Edmeades G.O., Bolaños J., Elings A., Ribaut J.-M., Bänziger M., Westgate M.E. (2000): The role and regulation of the anthesis-silking interval in maize. In: Westgate, M.E., Boote, K.J. (Eds.), *Physiology and Modeling Kernel Set in Maize*. CSSA, Madison, WI, CSSA Special Publication No. 29, pp. 43–73.
- Falconer D. S. (1989): *Introduction to quantitative genetics*. Third ed. Longman Sci. Tech. London.
- Fernandez-Cornejo J. (2004): *The Seed Industry in U.S. Agriculture: An Exploration of Data and Information on Crop Seed Markets, Regulation, Industry Structure, and Research and Development*. Bulletin 786. USDA-ERS, Washington, DC.

- Fischer K.S., Johnson E.C., Edmeades. G.O. (1983): Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. International Maize and Wheat Improvement Centre. CIMMYT, Mexico, Mexico.
- Fisher R.A. (1918): The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Transactions of the Royal Society of Edinburgh 52: 399-433.
- Gardner C.O. (1963): Estimation of genetic parameters in cross-pollinated plants and their implications in plant breeding. In: Statistical Genetics and Plant Breeding (Hanson W.D., Robinson H.F., eds.). NASNRS Washington D. C. Publication 982: 228-24.
- Gatarić, Đ. (1999): Sjemenarstvo. Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, 167-176.
- Gautam A.S., Mittal R.K., Bhandari J.G. (1999): Correlations and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). Annals of Agricultural and Biotechnological Research 4: 169-171.
- Gethi J. G., Labate J. A., Lamkey K. R., Smith M. E., and Kresovich S. (2002): SSR Variation in Important U.S. Maize Inbred Lines. Crop science, 42, 951-957.
- Glamočlija, Đ. (2004): Posebno ratarstvo. Izdavačka kuća Draganić, str. 97-143.
- Goodman M.M. (1984): Evaluation of egzotics. 20th An. Ill. Corn Breeding school. Urbana, March 6-8, p: 85-100.
- Gourama H., Bullerman L.B. (1995): *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*: Alfatoxicogenic fungi of concern in foods and feeds: a review. Journal of Food Protection 58: 1395-1404.
- Grbeša D. (2008): Bc hibridi kukuruza u hranidbi životinja. Bc Insitut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d. Zagreb, Hrvatska.
- Griffing J.B. (1956a): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463-493.
- Griffing J.B. (1956b): A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10: 31-50.
- Hadživuković S. (1973): Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet - Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela.

- Hallauer A.R., Carena M.J., Miranda Filho J.B. (2010): Quantitative genetics in maize breeding. Springer New York.
- Hallauer A.R., Miranda J.B. (1988): Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2nd ed. Iowa State University Press, Iowa, Ames. USA.
- Hefny M. (2011): Genetic parameters and path analysis of yield and its components in corn inbred lines (*Zea mays* L.) at different sowing dates. *Asian Journal of Crop Science* 3: 106-117.
- Hussain M.R., Aziz K. (1998): Study of Combining Ability in Maize Line x Tester Hybridization. *Pakistan Journal of Biological Science* 1: 196-198.
- Iqbal A.M., Nehvi F.A., Wani S.A., Qadir R., Dar Z.A. (2007): Combining ability analysis for yield and yield related traits in maize (*Zea mays* L.). *International journal of Plant Breeding and Genetics* 1(2): 101-105.
- Jenkins M.T. (1978): Maize breeding during the development and early years of hybrid maize. pp.13-28. In: D.B. Walden (Ed.), *Maize Breeding and Genetics*. John Wiley and Sons, New York.
- Jenkins M.T., Brunson A.M. (1932): A method of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. *Journal of American Society of Agronomy* 24: 523-534.
- Jocković Đ., Ivanović M., Bekavac G., Stojaković M., Đalović I., Nastasić A., Purar B., Mitrović B., Stanisavljević D. (2011): NS hibridi kukuruza na početku druge dekade XXI veka. 45. Savetovanje agronoma Srbije Zlatibor, 30.01-05.02., pp: 89-102.
- Jovanović V. Ž. (1995): Uticaj različitih sistema gajenja na fizičke osobine zemljišta i prinos kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd, 1-232.
- Jovanović Ž., Filipović M., Tolimir M., Kaitović Ž., Crevar M., Čamdžija Z. (2013): Prinos zrna i stabilnost zp hibrida u centralnoj srbiji. XVIII Savetovanje o biotehnologiji, sa međunarodnim učešćem - Zbornik radova. Agronomski fakultet, Čačak, Srbija, 15-16.3. p. 17-21.
- Kabdal M.K., Verma S.S., Kumar A., Panwar U.B.S. (2003): Combining ability and heterosis analysis for grain yield and its components in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Agricultural Research* 37 (1): 39-43.

- Kanagarasu S., G. Nallathambi and K.N. Ganesan (2010): Combining ability analysis for yield and its component traits in maize (*Zea mays* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(4): 915-920.
- Kempthorne O. (1957): An introduction to genetic statistics. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Khakim A., Stoyanova S., Tsankova G. (1998): Establishing the correlation between yield and some morphological reproductive and biochemical characters in maize. *Rastenievudni Nauki* 35: 419-422.
- Kumar A., Ganshetti M.G., Kumar A. (1998): Gene effects in some metric traits of maize (*Zea mays* L.). *Annals of Agricultural and Biotechnological Research* 3 (2): 139-143.
- Kumari J., Gadag R.N., Jha G.K. (2008): Genetic distance based on simple sequence repeats and its relationship to specific combining ability and heterosis in maize (*Zea mays* L.). *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 68 (2): 124- 131.
- Lalić B., Mihailović D., Podrašćanin Z. (2011): Buduće stanje klime u Vojvodini i očekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. *Ratarstvo i Povrtarstvo* 48: 403-418.
- Lamkey K.R. (1992): 50 years of recurrent selection in the Iowa Stiff Stalk Synthetic maize population. *Maydica* 37: 19-28.
- Lević J., Stanković S., Bočarov-Stančić A., Škrinjar M., Mašić Z. (2004) Overview on toxigenic fungi and mycotoxins in Serbia and Montenegro. In Logerieco, A., 77 Visconti, A. (eds), *An Overview on Toxigenic Fungi and Mycotoxins in Europe*, Kluwer Academic Publisher, Netherlands, 201-218.
- Liu K., Goodman M., Muse S., Smith J.S., Buckler E., Doebley J. (2003): Genetic structure and diversity among maize inbred lines as inferred from DNA microsatellites. *Genetics* 165: 2117-2128.
- Loffler C.M., Salaberry M.T., Maggio J.C. (1986): Stability and genetic improvement of maize yield in Argentina. *Euphytica* 35: 449-458.
- Malik H.N., Malik S.I., Hussain M., Chughtai S.R., Javed H.I. (2005): Genetic correlation among various quantitative characters in maize (*Zea mays* l.) hybrids. *Journal of Agriculture & Social Sciences* 1(3): 262-265.

- Malik T., Khan M.A.u, Abbas S.J., Abbas Z., Malik M., Malik K. (2011): Genotypic and phenotypic relationship among maturity and yield traits in maize hybrids (*Zea mays* L.). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* 1(8): 339-343.
- Marinković R. (2005): Primena analize linija × tester analize u oceni kombinacionih sposobnosti. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova* 41: 81-101.
- Marinković R. (1984): Nasleđivanje prinosa semena i nekih komponenti prinosa u ukrštanjima raznih inbred linija suncokreta. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Mathur R.K., Chunilal Bhatnagar S.K., Singh V. (1998): Combining ability for yield, phenological and ear characters in white seeded maize. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 58(2): 117-182.
- Matzinger D.F., Kephthorne. O. (1956): The modified diallel table with partial inbreeding and interactions with environment. *Genetics* 41: 822-833.
- Meghji M.R., Dudley J.W., Lambert R.J., Sprague G.F. (1984): Inbreeding depression, inbred and hybrid grain yields, and other traits of maize genotypes representing three eras. *Crop Science* 24: 545-549.
- Meseka S., Ishaq J. (2012): Combining ability analysis among Sudanese and IITA maize germplasm at Gezira Research Station. *Journal of Applied Biosciences* 57: 4198-4207.
- Mišević D. (1986): Početni materijal preduslov za kontinuirani progres u selekciji kukuruza. Radovi saopšteni na naučnom skupu „Genetika i oplemenjivanje kukuruza“ održanom 11 i 12 decembra 1986. u Institutu za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun.
- Mladenović Drinić S., Kostadinović M., Ristić D., Stevanović M., Čamdžija Z., Filipović M., Kovačević D. (2012): Correlation of yield and heterosis of maize hybrids and their parental lines with genetic distance based on ssr markers. *Genetika* 44(2): 399-408.
- Mladenović Drinić S., Semečenko V., Radosavljević M., Terzić D., Simić M., Stevanović M., Stipešević B. (2011): Maize as raw material for bioethanol. *Proceedings*. 46th

- Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. February 14-18. 2011, Opatija, Croatia, pp. 635-639.
- Mohammad A.A. (1993): Effect of nitrogen fertilization levels on the performance and combining ability of maize hybrids (*Zea mays* L.). *Annals of Agricultural Sciences* 38(2): 531- 549.
- Mohammad Basheruddin M., Reddy B., Mohammad P. (1999): Correlation coefficient and path analysis of component character as influenced by the environments in forage maize. *Crop Research* 17: 85-89.
- Mohammadi S.A., Prasanna B.M., Singh N.N. (2003): Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop Science* 43: 1690-1697.
- Mohammed A.H., Rasheed I.S. (2011): Estimation of some parameters, heterosis and heritability for yield and morphological traits in inbred line of maize (*Zea mays* l) using line x tester method. *Journal of Tikrit University for Agricultural Sciences* 11(2): 359-383.
- Moll R.H., Lonnquist J.H., Wlez Fortuno J., Johnson E.C. (1965): The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics* 52: 139-144.
- Moll R.H., Salhuana W.S. Robinson H.F. (1962): Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Science* 2: 197-198.
- Muhammad Y., Muhammad S. (2001): Correlation Analysis of S1 Families of Maize for Grain Yield and its Components. *International Journal of Agriculture and Biology* 3(4): 387-388.
- Munkvold G.P., Desjardins A.E. (1997) Fumonisin in maize: can we reduce their occurrence? *Plant Disease* 81: 555-565.
- Nemati A., Sedghi M., Sharifi R.S., Seiedi M.N. (2009): Investigation of correlation between traits and path analysis of corn (*Zea mays* L.) grain yield at the climate of Ardabil region (Northwest Iran). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37(1): 194-198.

- Olakojo S.A., Olaoye G. (2011): Correlation and heritability estimates of maize agronomic traits for yield improvement and *Striga asiatica* (L.) Kuntze tolerance. *African Journal of Plant Science* 5(6): 365-369.
- Ostić G. i Radanović (2012): Navodnjavanje - faktor većeg prinosa i izbora modela sjetve sjemenskog kukuruza. *Agroznanje*, vol. 13, br.2. 2012, 267-278.
- Pal A.K., Prodhon H.S. (1994): Combining ability analysis of grain yield and oil content along with some other attributes in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 54(4): 376-380.
- Pal A.K., Prodhon H.S. (1994): Combining ability analysis of grain yield and oil content along with some other attributes in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 54(4): 376-380.
- Pataki I. (2010): Kombinacione sposobnosti i način nasljeđivanja komponenti prinosa F1 hibrida krmnog sirka (*Sorghum bicolor* L. Moench) stvorenih ukrštanjem sirka za zrno i sudanske trave. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Pavan R., Gangashetty P., Mallikarjuna, N.M. (2011): General and specific combining ability studies in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.). *Current Biotica* 5(2): 196-208.
- Pavlov J. (2013): Uticaj sestrinskih ukrštanja na prinos i agronomске osobine kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet.
- Pavlov J., Delić N., Stevanović M., Čamdžija Z., Grčić N., Crevar M. (2011): Grain yield of ZP maize hybrids in the maize growing areas in Serbia. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. February 14-18. 2011, Opatija, Croatia, pp: 395-398.
- Pavlov J., Delić N., Šurlan-Momirović G., Branković G., Grčić N., Božinović S., Kandić V. (2012): Relationship between grain yield, yield components and morphological traits in maize (*Zea mays* L.). *Proceedings. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. February 13-17, 2012, Opatija, Croatia, pp: 304-307.*



- Pavlov M., Đukanović L., Milićević M., Radin M. (2006). Uticaj dužine perioda od berbe do početka sušenja na kvalitet semena kukuruza. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi / PTEP 10(3-4): 123-125.
- Pekić V. (2001): Nasleđivanje komponenti prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.) belong endosperma. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Peng J.Y., Virmani S.S. (1999): Combining ability for yield and four related traits in relation to breeding in rice. *Oryza* 37: 1-10.
- Phumichai C., DOUNGCHAN W., PUDDHANON P., JAMPATONG S., GRUDLOYMA P., KIRDSRI C., CHUNWONGSE J., PULAM T. (2008): SSR-based and grain yield-based diversity of hybrid maize in Thailand. *Field Crops Research* 108: 157-162.
- Pinto R.M.C., C.L. De Souza J.R., Carlini-Garcia L.A, Garcia A.A.F., Pereira De Souza A. (2003): Comparison between molecular markers and diallel crosses in the assignment of maize lines to heterotic groups. *Maydica* 48: 63-73.
- Pongsai C., Tan Xl., Silapapun A., Suthipong P., Wei L. (2009): The use of SSR markers to identify heterotic pattern of F1 hybrids in two tropical maize populations. *Suranaree Journal of Science and Technology* 16(2): 175-184.
- Pongsai C., Tan Xl., Silapapun A., Suthipong P., Wei L. (2009): The use of SSR markers to identify heterotic pattern of F1 hybrids in two tropical maize populations. *Suranaree Journal of Science and Technology* 16(2): 175-184.
- Prashanth M. (2008): Isolation and early generation evaluation of inbred lines derived from yellow pool population of maize (*Zea mays* L.). PhD dissertation. Department of Genetics and Plant breeding college of agriculture, Dharwad University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.
- Prodanović S., Sabljarević V., Surlan-Momirović G., Zorić D., PerovićD., Živanović T. (1996): Genetic values of yield components and protein content in F1 generation of maize (*Zea mays* L.) hybrids. Abstracts, EUCARPIA, XVIIth Conference on genetics, biotechnology and breeding of maize and sorghum. Thessaloniki, Greece, 20-25.10. p.126.

- Radosavljević M., Mojović L., Rakin M., Milašinović M. (2009): ZP hibridi kukuruz kao sirovina za proizvodnju bioetanola. *Journal on processing and Energy in Agriculture* 13 (1): 45-49.
- Rafiq Ch.M., Rafique M., Hussain A., Altaf M. (2010): Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of agricultural research* 48: (1): 35-38.
- Reif J.C., Melchinger A.E., Xia X.C., Warburton M.L., Hoisington D.A., Vasal S.K., Srinivasan G., Bohn M., Frisch M. (2003): Genetic distance based on simple sequence repeats and heterosis in tropical maize populations. *Crop Science* 43: 1275-1282.
- Response to Plant Densities and Nitrogen Levels for Four Maize Cultivars from Different Eras of Breeding *Crop Science* 27: 465–470
- Rohlf F.J. (2000): NTSYS-pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 2.1. Exeter Software. Setauket. NY.
- Russell W.A. (1984): Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of breeding. *Maydica* 29: 375-390.
- Russell W.A. (1993): Achievements of maize breeders in North America. pp. 225-233. In: P.S. Baenziger (Ed.), *International Crop Science. I.* Crop Science Society of America, Inc., Madison, WI.
- Saini H.S., Westgate M.E. (2000): Reproductive development in grain crops during drought. pp. 59-96. In Spartes DL, (ed) *Advances in Agronomy Vol. 68* Academic Press, San Diego.
- Schmidt J. (1919): La valeur de l'individu à titre de générateur appréciée suivant la méthode du croisement diallél. *C. R. Trav. Lab. Carlsberg* 14 (6): 1-33.
- Schwarc D., Laugner, W.J. (1969): A molecular basis for heterosis. *Science* 166 (3905): 626-627.
- Sečanski M., Živanović T., Todorović G. (2005): Komponente genetičke varijabilnosti i heritabilnost broja redova zrna silažnog kukuruza. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21(1-2): 109-121.

- Sečanski, M., Živanović, T. Šurlan-Momirović, G., Prodanović, S. Jovanović, S. (2009): Combining abilities for yield maize of lines from different selection ciklus. Book of abstrakts, IV Congress of the Serbian Genetic society Tara, June 1- June 5. 201.
- Sedhom S.A. (1994): Estimation of general and specific combining ability in maize under different planting dates. *Annals of Agricultural Sciences* 28(1): 25-30.
- Shams M., Choukan R., Majidi E., Darvish F. (2010): Estimation of Combining Ability and Gene Action in Maize Using Line  $\times$  Tester Method under Three Irrigation Regimes. *Journal of Research in Agricultural Science* 6: 19-28.
- Sharma S.R., Khera A.S., Dhillon B.S., Malhotra V.V. (1982): Evaluation of S1 lines of maize crossed in a diallelic system. *Crop Improvement* 9 : 42-47.
- Sharma J.R. (2008): *Statistical and biometrical techniques in plant breeding*. New Age International Pvt Ltd Publishers, pp. 138-152.
- Shiri M., Aliyev R.T., Choukan R. (2010): Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize. *Research Journal of Environmental Science* 4: 75-84.
- Singh K., Frisvad J.C., Thrane U., Mather S.B. (1991): *An Illustrated Manual on Identification of Some Seed-borne Aspergillus, Fusaria, Penicillium and Their Mycotoxins*. Jordbugsforlaget Frederiksberg, Denmark, 133.
- Singh R.K., Chaudhary B.D. (1976): *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publishhers, Ludhiana, New Delhi, 205-214.
- Sprague G.F. (1946): Early testing of inbred lines. *Journal of American Society of Agronomy* 38: 108-117.
- Srdić, J. (2005): Procena genetičke srodnosti i kombinaciona sposobnost inbridovanih linija kukuruza (*Zea Mays L.*). Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Srdic J., Nikolic A., Pajic Z., Mladenovic Drinic S., Filipovic M. (2011): Genetic similarity of sweet corn inbred lines in correlation with heterosis. *Maydica* 56: 251-256.
- Srdić J., Pajić Z., Filipović M., Babić M., Sečanski M. (2011). Nasleđivanje prinosa klipa i njegovih komponenti kod kukuruza šećerca (*Zea mays L. saccharat*). *Genetika* 43(2): 341-348.

- Srdic J., Pajic Z., Filipovic M., Babic M., Secanski M. (2011): Inheritance of ear yield and its components in sweet corn (*Zea mays* L. Saccharat). *Genetika* 43(2): 341-348.
- Srdić J., Pajić Z., Mladenović Drinić S. (2007): Inheritance of maize grain yield components. *Maydica* 52: 264-264.
- Stevanović M., Mladenović Drinić S., Stanković G., Kandić V., Čamdžija Z., Grčić N., Crevar M. (2012): Analyses of variance and correlation among yield and yield components of maize hybrids and their parental inbred lines. *Proceedings. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. February 13-17. 2012, Opatija, Croatia*, pp: 327–330.
- Stojaković M., Jocković Đ. (2004): Improve ment of the Mo17 family of the Lancaster heterotic group of maize. *Cereal Research Communications* 32(2): 32-37.
- Trifunović V. (1986): Četrdeset godina moderne selekcije kukuruza u Jugoslaviji. Radovi saopšteni na naučnom skupu „Genetika i oplemenjivanje kukuruza" održanom 11 i 12 decembra 1986. u Institutu za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun.
- Troyer A., T. (2004): Background of U.S. Hybrid Corn II: Breeding, Climate and Food. *Crop Science*; Mar/Apr 2004; 44, 2; ProQuest Central, pp. 370-380.
- Troyer A., T., and L. G. Hendrickson (2007): Background and Importance of ‘Minnesota 13’ Corn. Vol. 47 No. 3, p. 905-914.
- Umakanth A.V., Khan H.A. (2001): Correlation path analysis of grain yield and yield components in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Research ANGRAU* 29: 87-90.
- Vaez S., Abd-Mishani C., Yazdi-Samadi B., Ghannadha M. R. (2000): Correlation and path analysis of grain yield and its components in maize. *Iranian Journal of Agricultural Science* 31(1): 71- 83.
- Westgate M.E., Boyer J.S. (1985): Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low water potentials in maize. *Planta* 164: 540-549.
- Wynne J.C., Emery D.A., Rice P.H. (1970): Combining ability estimation in *Arachis hypogaea* L. II. Field performance of F1 hybrids. *Crop Science* 10: 713-715.
- Xu S.X., Liu J., Liu G.S. (2004): The use of SSRs for predicting the hybrid yield and yield heterosis in 15 key inbred lines of Chinese maize. *Hereditas* 141: 207-215.

- Yousuf M., Saleem M. (2001): Correlation analysis of S1 families of maize for grain yield and its components. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 3(4): 387-388.
- Živanović T., Branković G., Radanović S. (2010): Combining abilities of maize inbred lines for grain yield and yield components. *Genetika* 42(3): 565-574.
- Živanović T., Radanović S., Todorović G., Sečanski M., Vasiljević S., Đorđević R. (2010): Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik 16(1-2) : 75-84.
- Živanović T., Radanović S., Todorović G., Sečanski M., Vasiljević S., Đorđević R. (2010): Značaj kombinacionih sposobnosti i heterozisa za prinos zrna kukuruza. *Radovi sa XXIV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa* 16(1-2): 75-84.
- Živanović T., Sečanski M., Filipović M (2007): Kombinacione sposobnosti za broj redova zrna silažnog kukuruza. *Selekcija i semenarstvo* 13(3-4): 13-19.
- Živanović T., Sečanski M., Prodanović S., Šurlan Momirović G. (2006): Combining ability of silage maize ear length. *Journal of agricultural sciences* 51(1): 15-24.
- Živanović T., Sečanski M., Šurlan-Momirović G., Prodanović S. (2005): Combining abilities of silage maize grain yield. *Journal of Agricultural Sciences* 50(1): 9-18. 16(2):175-184.

### **BIOGRAFSKI PODACI**

*Zoran Čamdžija rođen je 17.12.1981. u Beogradu. Osnovnu i srednju školu završio je u Bačkoj Topoli. Nakon srednjeg obrazovanja upisuje Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Odsek za ratarstvo, na kome je diplomirao 2008. godine sa prosečnom ocenom 8,42 i odbranio diplomski rad pod nazivom: „Teorijski osnovi i primena metoda FISH-a i GISH-a u oplemenjivanju biljaka“. Doktorske studije na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu, smer "Ratarstvo i povrtarstvo" upisuje školske 2008/2009. godine. Na doktorskim studijama ostvaruje prosečnu ocenu 9,36. Od septembra 2008. godine zaposlen je u Institutu za kukuruz „Zemun polje“. Trenutno radi na poziciji istraživača saradnika, u Grupi za selekciju ranih hibrida kukuruza.*

*Autor je 57 naučno-istraživačkih radova i saopštenja, publikovanih u naučnim i stručnim časopisima, kongresima i simpozijima. Govori engleski i služi se ruskim jezikom.*

Прилог 1.

### Изјава о ауторству

Потписани-а Зоран Чамџија

број уписа 08/22

#### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

«Комбинационе способности за принос зрна и агрономска својства ЗП инбред линија  
кукуруза»

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

Потпис докторанда

У Београду, 29.01.2014.



\_\_\_\_\_

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора Зоран Чамџија

Број уписа 08/22

Студијски програм Пољопривредне науке - Ратарство и повртарство

Наслов рада « Комбинационе способности за принос зрна и агрономска својства ЗП инбред линија кукуруза »

Ментор проф др Славен Продановић

Потписани Зоран Чамџија

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 29.01.2014.

  
\_\_\_\_\_



**Прилог 3.**

**Изјава о коришћењу**

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

«Комбинационе способности за принос зрна и агроношка својства ЗП инбред линија кукуруза»

која је моје ауторско дело.

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

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

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

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

Потпис докторанда

У Београду, 29.01.2014.



1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.