

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET



Mr Dragan M. Božović

**STABILNOST PRINOSA I KOMPONENTI
RODNOSTI KUKURUZA U USLOVIMA STRESA
POD DEJSTVOM SULFONILUREA**

Doktorska disertacija

Beograd, 2018.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE



Mr Dragan M. Božović

**STABILITY OF YIELD AND MAIZE
COMPOUNDS IN CONDITIONS OF STRESS
UNDER THE SULPHONYLUREA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018.

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Mentor:

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

Članovi komisije:

dr Slaven Prodanović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Snežana Oljača, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Nikola Grčić, naučni saradnik
Institut za kukuruz - Zemun Polje

dr Milena Simić, naučni savetnik
Institut za kukuruz - Zemun Polje

Datum odbrane doktorske disertacije

STABILNOST PRINOSA I KOMPONENTI RODNOSTI KUKURUZA U USLOVIMA STRESA POD DEJSTVOM SULFONILUREA

Dragan M. Božović

REZIME

Kukuruz (*Zea mays* L.) predstavlja strateški važnu poljoprivrednu vrstu koja zauzima treće mesto po rasprostranjenosti u svetu. Ima široku upotrebu u savremenom životu čoveka, a prema nekim procenama industrijskom preradom kukuruza dobija se preko 500 različitih proizvoda. Pored navedenog značaja, kukuruz zauzima veoma važno mesto u plodoredu. Razvoj nauke je doprineo da kukuruz danas poseduje visok potencijal rodosti. Osnova moderne selekcija kukuruza je u sistemu inbriding – hibridizacija. Kao mera ostvarene dobiti koristi se prosečno povećanje prinosa zrna na godišnjem nivou. Pored drugih agrotehničkih mera ovome je svakako doprinela i pozitivna interakcija svih činilaca od značaja za proizvodnju. Ovo je uticalo na određivanje cilja istraživanja kao osnove razumevanja ekspresije kvantitativnih osobina, prinos zrna i komponente prinosa zrna, kao zbira efekata genotipa, sredine i interakcije genotipa i spoljašnje sredine (GEI). Pod interakcijom genotipa i spoljašnje sredine se podrazumeva različito reagovanje genotipova na promenljive uslove spoljašnje sredine.

Cilj ovog rada je da se odrede: ekspresija osobina, heterozis i nasleđivanje osobina u uslovima stresa izazvanog sulfonilureama i definiše način nasleđivanja ispitivanih osobina. Ovaj rad, takođe, treba da pokaže da li postoji i kolika je korelaciona povezanost ispitivanih osobina u uslovima stresa izazvanog različitim sulfonilureama i koja osobina najjače utiču na prinos zrna. Takođe, cilj ovog istraživanja je da se utvrdi varijabilnost osobina i stabilnost prinosa i drugih kvantitativnih osobina genotipova kukuruza, što će doprineti formiranje slike o prirodi varijabilnosti ispitivanih osobina, ali i samog prinosa zrna u različitim uslovima godine i lokaliteta pod uticajem stresa izazvanog sulfonilureama. Analiza interakcije treba da omogući izdvajanje pojedinačnih genotipova koji su pokazali najveću stabilnost i potencijal za prinos u različitim uslovima proizvodnje. Ovaj rad treba da bude od koristi kako selekcionerima kukuruza tako i samim poljoprivrednim proizvođačima pri izboru hibrida kukuruza za proizvodnju.

Istraživanja su sprovedena tokom 2010. i 2011. godine u Institutu Tamiš i Institutu za kukuruz u Zemun Polju. Ogljed je postavljen na dve lokacije; Pančevo (lokacija 1) i Zemun Polje (lokacija 2). Osnovni biljni materijal predstavljaju 6 komercijalnih hibrida kukuruza Instituta za kukuruz Zemun Polje (ZPSC 434 - (H-1), ZPSC 505 - (H-2), ZP SC 560 - (H-3),

ZPSC 600 - (H-4), ZPSC 606 - (H-5) i ZPSC 684 - (H-6)), FAO grupa zrenja 400, 500, 600 i 700 i šest linija (L-1, L-2, L-3, L-4, L-5 i L-6). Ogledi su postavljeni po potpuno slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja. Tretmani herbicidima su obavljani kada je kukuruz bio u fazi 9-10 listova ((K) kontrola je bila bez herbicida, a primenjeni su sledeći herbicidi: nikosulfuron (Motivell), rimsulfuron (Tarot) i forasulfuron (Ekvip)). Na lokalitetima, od svakog ispitivanog genotipa odabrano je po 10 biljaka iz tri ponavljanja, a prinos je meren za celu parcelu, a zatim preračunavan za jedan hektar. Biometrijska obrada podataka je bazirana na ponavljanju za sve osobine. Dobijeni podaci iz oglada poslužili su za izračunavanje osnovnih biometrijskih parametara: aritmetičke sredine i koeficijenta varijacije. Ispitivanje razlika između analiziranih genotipova kukuruza izvršeno je po modelu četvorofaktorijalne analize varijanse po potpuno slučajnom blok sistemu, kao i LSD testom za nivo rizika 5% i 1%. Imajući u vidu da su različiti nivoi interakcije bili značajni, primenjen je aditivno-multiplikativni AMMI model koji kombinuje dva metoda: analizu varijanse i analizu glavnih komponenti u jedinstven model, sa aditivnim i multiplikativnim pokazateljima u cilju raščlanjivanja ukupne fenotipske varijanse na aditivni (genetički) i neaditivni (ekološki) udeo, radi ocene značajnosti uticaja izvora variranja na ekspresiju osobina. Pri čemu je varijansa interakcije razložena na prve dve glavne komponente interakcije, IPC1 i IPC2, kojima se u najvećoj meri može objasniti priroda prisutne interakcije. Poslednji stepenik u AMMI analizi stabilnosti predstavlja grafička prezentacija u vidu biplota, koja omogućuje sagledavanje disperzije ispitivanih genotipova, lokaliteta, tretmana i njihove međusobne interakcije. Pri tome, genotipovi sa visokim vrednostima komponente PC1 i vrednostima komponente PC2 bliskim nuli, predstavljaju genotipove od interesa za dalja istraživanja. Takvi genotipovi se odlikuju širokom adaptabilnošću, za razliku od genotipova specifične adaptabilnosti, koji su locirani daleko od koordinativnog početka. Za klasičnu selekciju najveći značaj imaju rekombinacije dobijene ukrštanjem različitih genotipova ili njihovim kombinovanjem u hibridima kao heterotičnim parovima, iz tih razloga je analiziran heterozis, način nasleđovanja i heritabilnost. Pored utvrđivanja napred navedenih parametara izvršena je hijerarhijska klaster analiza i određivanje Spirmanovog koeficijenta korelacije između osobina. Statistička analiza podataka izvedena je primenom kompjuterskog statističkog programa GenStat 12th (GenStat, 2009).

Prema tome, u ovom radu ispitivana je ekspresija kvantitativnih osobina za prinos zrna i komponente prinosa zrna šest komercijalnih hibrida i šest inbred linija kukuruza različitih FAO grupa zrenja tokom dve godine na dve lokacije. Ispitivan je uticaj različitih faktora sredine i interakcije genotip x sredina (GEI) u uslovima stresa izazvanog delovanjem sulfonilurea. Sva tretiranja su obavljena kada su inbred linije i hibridi kukuruz imali 9, 10 i 11 listova u zavisnosti

od FAO grupe zrenja, a svi ispitivani preparati su registrovani do šestog, odnosno sedmog lista. Analizom varijanse (ANOVA) utvrđena je statistički visoka značajnost glavnih aditivnih efekta sredine: godina, lokalitet, tretman, genotipa (G) i neaditivne interakcije genotip x sredina (GxE), za skoro sve proučavane agronomske osobine. Vrednosti koeficijenata varijacije zbirno kod inbred linija kretale su se u intervalu od 2,23 do 10,43 %. Takođe, relativno nizak koeficijent varijacije kod svih ispitivanih linija i hibida ukazuje na njihovu homogenost i na relativno nizak uticaj ekoloških faktora. Inbred linija L-5 je bila najprinosnija (4665kg/ha), a prinos hibrida je varirao od 9289 kg/ha (ZP 434) do 11225 kg/ha (ZP 600). Vrednosti heterozisa u odnosu na boljeg roditelja su uglavnom bile pozitivne, što je i logično obzirom da se radi o komercijalnim hibridima, a za broj zrna u redu, prinos i visinu klipa bile i statistički veoma značajne. Upoređujući relativne vrednosti heterozis između ispitivanih osobina može se videti da su najviše vrednosti bile kod prinosa, a najmanje kod broja redova zrna. Superdominacija, kao način nasleđivanja, dominira u nasleđivanju ispitivanih osobina kukuruza i sreće se u nasleđivanju prinosa, broja zrna u redu, visine biljke i visine klipa, a kod broja redova zrna i mase 100 zrna, pored superdominacije sreće se i parcijalna dominacija i dominacija. Dobijene su visoke vrednosti za heritabilnost ispitivanih osobina kako kod linija tako i kod hibrida. Najniža vrednost heritabilnosti je za prinos zrna (55,99 % kod linija i 71,42% kod hibrida), što je i bilo logično očekivati imajući u vidu prirodu ekspresije ove osobine. AMMI analiza je primenjena posebno za analizu linija, a posebno za analizu hibrida kukuruza i interakcija između različitih godina, lokaliteta i tretmana. Učešće genotipa u prinosu zrna kukuruza u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosilo je 21,16%, ukupni udeo u godinama i lokalitetima je bio 6,10%, tretmanima 18,22% i 54,52% za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 za prinos zrna kukuruza u $G \times T$ interakciji bio je 47,39%, dok je IPC2 bio 37,94%. IPC1 i IPC2 za ovu interakciju je 85,33%. Visok nivo IPC2 ukazuje na značajan efekat tretmana. Linija L-5 se može preporučiti za dalje programe oplemenjivanja i proizvodnju zbog stabilnih i visokih prinosa. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna ispoljili su hibridi ZP 600 i ZP 606 čije vrednosti fenotipske ekspresije za ispitivanu osobinu i stabilnost skoro poklapaju. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna pri različitim tretmanima ispoljio je genotip ZP 606 i ZP 434. Na osnovu fenotipske ekspresije za prinos zrna, hibrid H-4 je imao najveću ekspresiju i visok nivo stabilnosti, a hibrid H-5 je imao najviši nivo stabilnost i visoku fenotipsku ekspresiju uslovima delovanja različitih tretmana. Na osnovu ove analize može se zaključiti da hibridi kukurza postižu različite prinose zrna u različitim sredinama, te da rejonizacija proizvodnog područja i identifikacija genotipova sa većom fenotipskom stabilnošću može doprineti unapređenju ukupne proizvodnje kukuruza. Stoga u proizvodnji

kukuruza treba primenjivati tehnologiju koja će omogućiti postizanje nivoa prinosa približno genetičkom potencijalu za prinos i na taj način će se lakše izbeći skupe greške u procesu proizvodnje.

Ključne reči: Kukuruz, varijabilnost, stabilnost, AMMI analiza, GGE biplot, prinos, osobine, heterozis, način nasleđivanja, heritabilnost, Spirmanov koeficijent korelacija i klaster analiza

Naučna oblast: BIOTEHNIČKE NAUKE

Uža naučna oblast: GENETIKA

UDK: 633.15: 631.559 (043.3)

STABILITY OF YIELD AND MAIZE COMPOUNDS IN CONDITIONS OF STRESS UNDER THE SULPHONYLUREA

Dragan M. Božović

ABSTRACT

Maize is not only strategically important agricultural species but also is the third most widespread in the world. It is also widely used in modern life. According to some estimates, there are different maize products. Besides its significance mentioned above, maize is regarded to have an important place in crop rotation. The development of science research has contributed to its high fertility potential. The base of modern maize selection is in inbreeding – hybridization. System in addition to certain scientific farming methods, a positive interaction among all important factors for production have contributed to that fact. This defined the aim of research as the base for understanding of expression of quantitative features, grain yield and its components which is all the sum of genotype effects environment and interaction between genotype and environment (GEI). Genotype and environment means different reaction of genotype to changeable environmental conditions.

The aim of research is to define: the expression of features, heterosis and inheritance of features in stress conditions caused by sulfonylureas and to define the way of inheritance tested features. The research should also present, if it exist, how big is correlative connection of tested features in stress conditions caused by various sulfonylureas and which features influence grain yield most. Additionally, the aim of the research is to determine a feature variability and yield stability, and other quantitative features of maize genotypes, which will contribute to forming an image about the nature of variability of tested features and also of grain yield itself in different conditions during the year and locality influenced by stress caused sulfonylureas. The interaction analysis should enable isolation of individual genotypes which showed the highest stability and yield potential in various conditions of production. The research should be of benefit to both the maize selectors and farmers in making choice of maize hybrids for production.

The research were done in 2010. and 2011. at the Institute Tamiš and Maize Research Institute Zemun Polje. The experiment was conducted in two locations: Pančevo (location 1) and Zemun Polje (location 2). A basic plant material were 6 commercial maize hybrids produced by Maize Research Institute Zemun Polje (ZPSC 434 - (H-1), ZPSC 505 - (H-2), ZP SC 560 - (H-3), ZPSC 600 - (H-4), ZPSC 606 - (H-5) i ZPSC 684 - (H-6)), FAO ripening group 400, 500, 600 and 700 and 6 maize lines (L-1, L-2, L-3, L-4, L-5 i L-6). The experiments were completely

conducted randomly block system with three repetition. Herbicide treatment was done when maize was 9-10 leaves stages ((K) control was done without herbicides, the following herbicides were applied: nikosulphuron (Motivell), rimsulphuron (Tarot) and foramsulphuron (Equip)). In localities, 10 plants with 3 repetitions out of each tested genotype were chosen, and yield was measured for the whole parcel and then it was recalculated for one hectare. Biometric data processing is based on repetition for all traits. Obtained information gathered in experimen were useful for calculating the basic biometric parameters. Arithmetic mean, variation coefficient differencess in examining of analysed maize genotypes was done using the model four-factor analysis of variance at completely block system chosen at random, and also using LSD test for on risk level 5% and 1%. Considering that various interaction levels were significant, additive-multiflicative AMMI model was applied which combines two methods: variance analysis and the maind components analysis into unique model with additive and multiflicative indexes aimed at dividing of total phenotype variance into additive (genetic) and unadditive (ecological) part because of the estimate of the significante influence of cause of varying feature expression. With the interaction variance explained on the first two main interaction components, IPC1 i IPC2, which can mostly explain the nature of the present interaction. The last step in AMMI analysis of stability is graphic presentation by biplot, which make it possible to obsetve the dispersion of tested genotypes, localites, treatments and their mutual interaction. At the same time, genotypes with high values of the PC1 components and the values of the PC2 components similiar to zero, represent genotypes which are important for further research. Such genotypes shows wide adaptability in distinction from genotype with specific adaptability which are located far from coordinative start. For standar selection the most important are recombination gained by hybridizing various genotypes or combining them in hybrids as heterotic pairs, for those reasons heterosis, the way of inheritance and haritability were analyzed. Besides defining these parameters mentioned above hierarchical cluster analysis and determining of Spirman correlation coefficient among properties were done. Statistic data analysis was done by applying computer statistic programe GenStat 12th (GenStat, 2009).

Finally, in this research, the expression of quantitative features for grain yield and its components for 6 comercial hybrids and 6 inbred maize lines with various FAO ripening groups during two years in 2 locations were examined. The influence of various environmental factors and genotype interaction x environment (GEI) in stressed condition caused by the sulfonylureas. All treatments were done when inbred lines and maize hybrids had 9, 10 and 11 leaves depending on FAO ripening groups and all tested preparations were registrated far to 6th

and 7th leaf. The analysis of variance (ANOVA) stated statistically high significance of the main additive environmental effects: year, locality, treatment, genotype (G) and unadditive genotype interaction x environment (GxE) for nearly all examined agronomical properties. The values of coefficient of variation of the collection code of the inbred lines ranged from 2.23 to 10,43%. Additionally, low variation coefficient in all examined/tested lines and hybrids show their homogeneity and relatively low influence of environmental factors. Inbred line L-5 had the highest yield (4665 kg/ha), and hybrids yield varied from 9289 kg/ha (ZP 434) to 11225 kg/ha (ZP 600). Heterosis values in relation to better parents were mostly positive which is logical because they are commercial hybrids and considering the number of grains in row, grain yield and height of corncob, were statistically very significant. Comparing relative values heterosis among tested features, we can see that the highest values were in yield, and the lowest in the number of rows of grains. Superdomination as the way of inheritance dominate in inheritance of tested maize features and it can be found in inheritance of yield, the number of grains in rows, the height of plant and the height of rows of corncob but in number of rows of grains and 100 grain class. Domination can be found high values of heritability of tested features were gained both in maize lines hybrids. The lowest value of heritability is for grain yield (55,99 % in lines and 71,42 % in hybrids) which was logically expected considering the expression nature of this features ammi analysis was specially applied for the line analysis and also for the maize analysis and interaction dependent on various years localities and treatments. Participation of genotypes in grain maize yield in total phenotype variation was 21,16%. Total participation in years and localities was 6,10%, in treatments 18,22 %, and in total interaction was 54,52%. Participation of IPCA1 for grain yield in GTX interaction was 37,91%. IPC1 and IPC2 for this interaction is 85,33%. High level IPC2 shows signification treatment effect. The line L-5 can be recommended for further breeding and production programs due to stable and high yields. The highest stability in terms of grain yield expression was demonstrated by the hybrids ZP 600 and ZP 606 whose values of phenotypic expression for the tested trait and stability almost coincide. Based on the phenotypic grain yield expression, the hybrid H-4 had the highest expression and high level of stability, and the hybrid H-5 had the highest level of stability and high phenotypic expression in the conditions of different treatments. Based on this analysis, it can be concluded that maize hybrids achieve different yields of grains in different environments, and that the reorientation of the production area and the identification of genotypes with higher phenotypic stability can contribute to the improvement of the overall corn production. Technology which will achieve the yield level almost the same as its genetic

potential should be used and in that way it would be easier to avoid expensive mistake in production process.

Key words: Maize, variability, stability, AMMI analysis, GGE biplot, yield, properties, heterosis, inheritance, heritability, Spirman's correlation coefficient and cluster analysis

Scientific area: BIOTECHNICAL SCIENCES

Narrow scientific field: GENETICS

UDC: 633.15: 631.559 (043.3)

Iskreno se zahvaljujem Institutu za kukuruz „Zemun Polje“ kao i Institutu „Tamiš“ iz Pančeva na omogućavanju postavljanja ogleda i velikoj tehničkoj podršci.

Sa dubokim poštovanjem se zahvaljujem redovnom profesoru dr Tomislavu Živanoviću na nesebičnoj mentorskoj pomoći, podršci i strpljenju.

Zahvaljujem se članovima komisije na učešću u pisanju i odbrani disertacije. Takođe, zahvalnost dugujem svima koji su na bilo koji način učestvovali u izradi ove doktorske disertacije.

Najveću zahvalnost upućujem svojoj porodici, mom životnom saputniku supruzi Svetlani, roditeljima Miodragu i Gordani, sinovima Miodragu, Nikoli i Dimitriju kao i snaji Marini na neizmernoj podršci, razumevanju i strpljenju.

SADRŽAJ

1.UVOD.....	1
2.CILJ ISTRAŽIVANJA.....	4
3.PREGLED LITERATURE.....	5
4.RADNA HIPOTEZA.....	22
5.MATERIJAL I METODE.....	23
5.1.Biljni materijal i sistem postavljanja ogleda.....	23
5.2.Klimatski uslovi u periodu izvođenja ogleda.....	24
5.3.Statističke analize podataka.....	28
6.REZULTATI.....	34
6.1.Srednje vrednosti analiza varijanse.....	34
6.1.1.Sredina kvadrata.....	34
6.1.2.Srednje vrednosti ispitivanih osobina.....	36
6.1.2.1.Srednje vrednosti ispitivanih osobina linija.....	36
6.1.2.2.Srednje vrednosti ispitivanih osobina hibrida.....	52
6.2.Heterozis, način nasleđivanja i heritabilnost osobina.....	68
6.3.Analiza izvora varijabilnosti ispitivanih osobina genotipova kukuruza.....	71
6.3.1.Analiza izvora varijabilnosti ispitivanih osobina inbred linija kukuruza.....	71
6.3.2.Analiza izvora varijabilnosti ispitivanih osobina hibrida kukuruza.....	81
6.4.GGE biplot analiza stabilnosti ispitivanih osobina kukuruza.....	93
6.4.1.GGE biplot analiza stabilnosti ispitivanih osobina linija kukuruza.....	94
6.4.1.1.Broj redova zrna linija kukuruza.....	94
6.4.1.2.Broj zrna linija kukuruza.....	97
6.4.1.3.Masa 100 zrna linija kukuruza.....	101
6.4.1.4.Prinos linija kukuruza.....	105
6.4.1.5.Visina biljke linija kukuruza.....	109
6.4.1.6.Visina klipa linija kukuruza.....	113

6.4.2.GGE biplot analiza stabilnosti ispitivanih osobina hibrida kukuruza.....	116
6.4.2.1.Broj redova zrna hibrida kukuruza.....	116
6.4.2.2.Broj zrna hibrida kukuruza.....	119
6.4.2.3.Masa 100 zrna hibrida kukuruza.....	122
6.4.2.4.Prinos hibrida kukuruza.....	126
6.4.2.5.Visina biljke hibrida kukuruza.....	130
6.4.2.6.Visina klipa hibrida kukuruza.....	133
6.5.Hijerarhijska klaster analiza hibrida i inbred linija za ispitivane osobine.....	136
6.5.1.Hijerarhijska klaster analiza hibrida za ispitivane osobine.....	136
6.5.2.Hijerarhijska klaster analiza inbred linija za ispitivane osobine.....	141
6.6.Korelacioni odnosi između osobina.....	146
6.6.1.Spirmanov koeficijent za linije.....	146
6.6.2.Spirmanov koeficijent za ispitivane hibride.....	147
7.DISKUSIJA.....	149
8.ZAKLJUČAK.....	159
9.LITERATURA.....	163

1.UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) predstavlja strateški važnu poljoprivrednu vrstu koja zauzima treće mesto po rasprostranjenosti u svetu. Kukuruz se koristi u ishrani ljudi, domaćih životinja i kao sirovina u prerađivačkoj industriji. Prema nekim procenama industrijskom preradom kukuruza dobija se preko 500 različitih proizvoda kao što su: prehrambeni proizvodi, lekovi, kozmetička sredstva, tekstilni proizvodi itd. Pored navedenog značaja u intenzivnoj ratarskoj proizvodnji kukuruz zauzima veoma važno mesto u plodoredu.

Brojne definicije oplemenjivanja biljaka obuhvataju one gde se oplemenjivanje postavlja na pijedestal nauke, umetnosti i poboljšanja biljaka za potrebe čovečanstva (Bernardo, 2002), do precizne i suvoparne definicije da oplemenjivanje predstavlja genetičko prilagođavanje vrsta željama ljudskog društva i zahtevima prirode u kontekstu poljoprivrede (Lee, 2006). Razvoj nauke, tehnologije i tehnike je doprineo da kukuruz danas poseduje visok potencijal rodosti. Osnova moderne selekcije kukuruza je u sistemu inbriding – hibridizacija koje su dali Shul (1908, 1909.1910) i East (1908). Sve je ovo doprinelo da oplemenjivanje kukuruza igra dominantnu ulogu u povećanju proizvodnje hrane na planeti. Najveći udeo u ostvarenoj genetičkoj dobiti brojni autori pripisuju stvaranju prinosnijih genotipova. Kao mera ostvarene dobiti koristi se prosečno povećanje prinosa zrna na godišnjem nivou. Sigurno je da određen doprinos u stalnom povećanju prinosa zrna ima i veća upotreba mineralnih đubriva, primena pesticida, poboljšana agrotehnika, kao i pozitivna interakcija navedenih činilaca. (Radojčić Branković, 2016).

Smanjenje postojećih obradivih površina i njihova upotreba u druge svrhe predstavlja sledeći važan činilac koji sa svoje strane podstiče permanentni selekcion rad. Smith i sar. (2010) iznose podatak da je od ukupnih površina u svetu oko tri milijarde hektara pogodno za biljnu proizvodnju, od čega se oko 1,4 milijarde hektara već obrađuje. Treba imati u vidu da veći deo potencijalno obradivog zemljišta neće biti korišćen za proizvodnju zbog očuvanja i održanja ekološke ravnoteže na planeti. Gregory i George (2011) predviđaju da će samo mali deo budućeg rasta u okviru biljne proizvodnje biti ostvaren uvođenjem u proizvodnju novih površina (oko 20%), dok će najveći udeo u podizanju nivoa proizvodnje imati povećanje prinosa (67%) i intenzivniji sistemi gajenja (13%).

Nekoliko ključnih faktora će uticati na formiranje budućih pravaca i programa oplemenjivanja. Kao prvo treba pomenuti da postoji stalno povećanje svetske populacije i kao

posledica toga konstantan porast potražnje za hranom (Malthus, 1798). Trenutna stopa rasta iznosi oko 1,2% ili 77 miliona stanovnika godišnje (Kang i Priyadarshan, 2007). Analize predviđaju da će do 2050. godine broj stanovnika biti veći od 10 milijardi, što zahteva povećanje proizvodnje hrane srazmerno povećanju broja stanovnika.

Klimatske promene mogu da promene areal gajenja uz istovremeno smanjenje prinosa u zonama kukuruznog pojasa (Lotze-Campen, 2011). Promene u visini prinosa će nastajati usled: uticaja porasta temperature, izmenjenog rasporeda padavina i povećane koncentracije ugljen dioksida. U cilju daljeg unapređenja potencijala kukuruza za rodnost biće neophodna radikalna izmena kako u morfologiji tako i u fiziologiji biljke koje su praćene identifikacijom novih izvora genetičke varijabilnosti za tolerantnost na stres ove vrste (Dwivedi i sar., 2010). Izražena tendencija ka racionalizaciji ulaganja u proizvodnju i očuvanju zemljišta kao prirodnog resursa dovodi do razvoja novog pravca u oplemenjivanju kukuruza na osnovama zahteva za potrebe konzervacijske poljoprivrede. Za buduće pravce oplemenjivanja, a sve u cilju povećanja prosečnog prinosa, odnosno dostizanja potrebne ukupne proizvodnje, Rajaram (2001) ukazuje na značajna istraživanja u četiri oblasti: razvoj i upotreba genetički zasnovanih tehnologija u kreiranju budućih genotipova, istraživanje i razvoj germplazme sa višestrukom otpornošću prema bolestima, istraživanja marginalnih područja u smislu razvoja adaptirane germplazme i podrška biotehnologije konvencionalnom oplemenjivanju kroz upotrebu transgenih organizama i primenu molekularnih markera.

Prava vrednost nekog genotipa ne zavisi samo od produktivnosti ili ekspresije pojedinačnih svojstava, već i od sposobnosti da te osobine realizuje na visokom nivou u različitim agroekološkim uslovima (Radojčić Branković, 2016). Visok potencijal za prinos jednog genotipa predstavlja njegovu sposobnost da maksimalno konvertuje inpute spoljašnje sredine (svetlost, ugljen dioksid i dr.) u prinos zrna pri visokom nivou vode i hranljivih materija (van Ginkel i sar., 1998). Stabilnost prinosa i široka adaptiranost se moraju posmatrati zajedno sa potencijalom za prinos zrna, kako bi genotipovi održali svoju superiornost u različitim područjima, sistemima gajenja i u prisustvu biotičkog i abiotičkog stresa. Genotipovi široke adaptabilnosti predstavljaju najbolje roditelje za buduća ukrštanja, u cilju daljeg genetičkog unapređenja (Malosetti i sar., 2013).

Da bi neki hibrid bio prihvaćen na tržištu, pored genetičkog potencijala za visok prinos mora da poseduje dobru adaptabilnost i stabilnost, da brzo otpušta vlagu iz zrna i da ima dobru otpornost na ekonmski značajne štetočine i prouzrokovaoče biljnih bolesti. Da bi ovo postigli kod hibrida glavni cilj savremenih programa oplemenjivanja kukuruza je stvaranje samooplodnih linija koje će međusobnim ukrštanjem dati ovakve F₁ hibride kukuruza. Za

ovakav cilj oplemenjivanja je, pored raspolaganja odgovarajućom germplazmom, potrebno je i primeniti adekvatne metode oplemenjivanja koje će obezbediti realizaciju programa za što kraće vreme i sa što nižom cenom koštanja. Poseban cilj je identifikovanje visokoprinosa i stabilnih genotipova u ovim programima. Imajući u vidu da genetički potencijal rodosti predstavlja maksimalni prinos zrna u optimalnim uslovima proizvodnje, koje je teško obezbediti u proizvodnji, genetički potencijal za prinos se određuje indirektno na osnovu rekordnih prinosa u proizvodnji. Pri ovome je teško razdvojiti uticaj genotipa, ekoloških faktora i primenjene agrotehnike na prinos. Brojna istraživanja na raznim biljnim vrstama ukazuju da genotip ima doprinos 50% u realizaciji prinosa (Borojević i sar., 1985).

Izbor superiornih hibrida kukuruza za proizvodnju je otežano usled prisustva interakcije genotipa i ekoloških faktora (GEI). Interakcija je prisutna u slučajevima kada fenotipska ekspresija hibrida varira u različitim ekološkim uslovima, odnosno kada su reakcije genotipa različite u zavisnosti od uslova spoljašnje sredine, odnosno od uslova proizvodnje (Malosetti i sar., 2013). Prema Becker-u (1981) stabilnost je sposobnost genotipa da ostvaruje ujednačen prinos u različitim uslovima proizvodnje. Stabilnost i adaptabilnost genotipa u različitim uslovima posledica je njegove genetičke strukture, ali se malo zna o komponentama i njihovom odnosu koje bliže određuju stabilnost, kao i sistemu delovanja oplemenjivanja na njih (Lee i sar., 2003). Primenom statističkih metoda mogće je isključiti posledice interakcije genotipa i spoljašnje sredine i izdvojiti stabilne i visoko prinosa genotipove. Takav način odabira hibrida kukuruza u literaturi je poznat kao dinamički koncept stabilnosti i prihvaćen u oplemenjivačkim programima kukuruza.

Najčešće korišćena statistička analiza za tumačenje GEI koja je zasnovana na korišćenju biplota je AMMI model. Ovaj model se izdvaja, jer tumači efekte (G) i lokacije (E) kao aditivne, a na GEI kao multiplikativnu neaditivnu komponentu, primenjuje analizu glavnih komponenata (Duarte i Vencovsky, 1999). Ovom analizom se iz sume kvadrata izdvaja jedna ili više statistički značajnih komponenata (PCA osa). Pri tumačenju rezultata koristi se biplot grafikon koji kombinuje srednje vrednosti osobina genotipa i neku od glavnih komponenata ineterakcije. Posledica primene neadekvatnih metoda statističke analize može doprineti da se dobijene informacije o interakciji proglaše beznačajnim. Prema tome, odgovarajuća analiza može da otkrije statistički značajno i agronomski važno sistemsko variranje usled intrakcije (Zobel i sar., 1988), što nam omogućuje AMMI model (Additive Main Effect and Multiplicative Interaction).

2.CILJ ISTRAŽIVANJA

Na određivanje cilja istraživanja imalo je razumevanje ekspresija kvantitativnih osobina, prinos zrna i komponente prinosa zrna kao zbira efekata genotipa, sredine i interakcije genotipa i spoljašnje sredine (GEI). Pod interakcijom genotipa i spoljašnje sredine se podrazumeva različito reagovanje genotipova na promenljive uslove spoljašnje sredine.

Cilj ovog rada je da se odrede: ekspresija osobina, heterozis i nasleđivanje osobina u uslovima stresa izazvanog sulfonilureama i definiše način nasleđivanja svojstava prinosa zrna, broja redova zrna, broja zrna u redu, mase 100 zrna, visine biljke i visine klipa. Ovaj rad, takođe, treba da pokaže da li postoji i kolika je korelaciona povezanost ispitivanih osobina u uslovima stresa izazvanog različitim sulfonilureama i koja osobina najjače utiču na prinos zrna.

Pored toga cilj ovog istraživanja je da se utvrdi varijabilnost osobina i stabilnost prinosa i drugih kvantitativnih osobina genotipova kukuruza. Saznanje o najvažnijim izvorima variranja u ukupnoj, fenotipskoj varijansi proučavanih genotipova kukuruza, omogućiće formiranje slike o prirodi varijabilnosti najvažnijih agronomskih osobina, ali i samog prinosa zrna u različitim uslovima godine i lokaliteta. Prisustvo interakcije genotip i spoljašnje sredine, odnosno stepen reakcije ispitivanih genotipova kukuruza na različite uslove gajenja, omogućiće njihovo grupisanje u pogledu stabilnosti ekspresije najvažnijih komponenti rodnosti i prinosa zrna. Analiza interakcije treba da omogući izdvajanje pojedinačnih genotipova koji su pokazali najveću stabilnost i potencijal za prinos u različitim uslovima proizvodnje, što bi bio i krajnji cilj da se, na osnovu dobijenih rezultata, izdvoje genotipovi kukuruza koji se odlikuju visokim i stabilnim prinosom zrna.

Ovaj rad treba da bude od koristi kako selekcionerima kukuruza za razumevanje interakcije genotip x spoljašnja sredina i lakši izbor genotipova u procesu oplemenjivanja za početni selekcion materijal, tako i samim poljoprivrednim proizvođačima pri izboru hibrida kukuruza za proizvodnju.

3.PREGLED LITERATURE

Imajući u vidu da kukuruz spada među najvažnije poljoprivredne vrste biljaka i zauzima treće mesto po rasprostranjenosti u svetu, posle pšenice i pirinča, ogleda se i značaj ovih istraživanja. Na osnovu arheoloških istraživanja, kukuruz je gajen u predelima Srednje Amerike u periodu od 8700-7300 godine pre nove ere (Hastorf, 2009; i Piperno i sar, 2009). Orijentaciono pre oko 4000 godina kukuruz je počeo da se širi ka Centralnoj Americi, a oko 700 godina pre nove ere je introdukovan na područje Severne Amerike. U Evropu je stigao u 16. veku, a neposredno posle toga se počeo gajiti i u Srbiji. Hallauer i Miranda (1988) ističu da se kukuruz uspešno gaji od 40° južne geografske širine do 58° severne geografske širine. Od svih žitarica kukuruz ima najveći potencijal za prinos zrna (Bekrić i Radosavljević, 2008). Na osnovu sadašnjeg značaja, obima proizvodnje i potrebama za ovom biljnom vrstom, previde se da će do 2025. godine kukuruz imati najveću ukupnu proizvodnju, a da će se do 2050. godine potrebe zemalja u razvoju za kukuruzom udvostručiti. Prosečan prinos zrna kukuruza u svetu se kreće oko 5t/ha, a u razvijenim zemljama od 8-9t/ha. Sada je najveći proizvođač u svetu SAD (Bekrić i Radosavljević, 2008).

Pri razumevanju napred navedenih činjenica treba imati u vidu da su morfološke i fiziološke osobine biljaka uslovljene filogenetskim razvojem, a nastali genotipovi su sa najvišom adaptivnom vrednošću i rezultat su jedinstvenog evolucionog dugotrajnog procesa prirodne selekcije tokom koga su se u složenim i promenljivim ekološkim uslovima formirali. Nastali genotipovi tokom tako dugog evolucionog procesa su najbolje prilagođene životne forme. Svaki genotip u takvim uslovima se odlikuje kompleksom osobinama koje su u suštini njegova adaptivna karakteristika (Stevanović i Janković, 2001).

Proizvođače u suštini interesuje nivo produktivnosti genotipa u različitim agroekološkim uslovima, što nije ništa drugo do stabilnost prinosa. Prema Borojeviću (1981) nivo prinosa zavisi od genetskog potencijala, a stabilnost od sposobnosti reagovanja genotipa na usove ekološke sredine. Pri ovom treba imati u vidu da postoji stalna kompeticija za resurse kako između individua jedne vrste, tako i između vrsta, što dovodi do razvoja različitih strategija opstanka kroz formiranje različitih životnih formi i zauzimanja ekoloških niša. Sposobnost jedinke ili populacije da opstanu i da se prilagode promenljivim uslovima okruženja ili životne sredine označava se kao adaptabilnost (Tucić i Tucić, 2000).

Pored visokog prinosa, posebnu pažnju treba posvetiti stabilnosti prinosa ispitivanih hibrida. Za komercijalni hibrid je bitno da visok prinos bude praćen i visokom stabilnošću

prinosa u različitim agroekološkim uslovima. Permanentne klimatske promene stavljaju težak zadatak pred selekcionere u smislu predviđanja budućih uslova poljoprivredne proizvodnje. Selekcioner mora pratiti promenu klimatskih i agroekoloških uslova stvarajući ideotip hibrida za naredni period njegovog korišćenja u proizvodnji. Jedan od načina provere hibrida je testiranje istih na većem broju lokacija i u toku više godina. Pri ispitivanju novih hibrida neophodno je uraditi statističke analize na osnovu koji se dolazi do zaključaka o kvalitetu novostvorenih hibrida. Visoka stabilnost genotipova za prinos u kombinaciji sa visokim prinosom spadaju među najpoželjnije osobine savremenih hibrida. To je glavni preduslov za širenje hibrida u proizvodnji na velikim površinama (Singh i Choudhary, 1976). Pri testiranju hibrida na stabilnost često se dešava da najprinosniji hibridi pokazuju nizak nivo stabilnosti i obrnuto (Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016).

Dosadašnja istraživanja i analize stabilnosti prinosa zrna na teritoriji Republike Srbije, pokazuju da hibridi srednje ranih grupa zrenja pokazuju bolju adaptiranost na nepovoljnije uslove proizvodnje, dok hibridi kasnijih grupa zrenja (FAO 500-700) postižu više prinose i pokazuju bolju adaptiranost na povoljnije uslove za proizvodnju (Živanović i sar., 2004; Pavlov i sar., 2011; Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016).

Može se istaći da je cilj svakog oplemenjivačkog programa da kroz proces stvaranja novog genotipa izvrši akumulaciju gena za poželjni nivo ekspresije date osobine u konkretnim ekološkim uslovima i ostvari visok i stabilan prinos (Đokić i Mihaljev, 1995). Nivo interakcije uslovljen kompozicijom genotipa i delovanja faktora spoljašnje sredine odražava adaptivnost i stabilnost ispitivanog genotipa (Dražić, 1999). Drugim rečima rečeno, stabilnost genotipa je odraz njegove genetičke strukture u konkretnim ekološkim uslovima. Veoma često nije poznata ni genska kompozicija, a još manje se zna o genetičkim komponentama koje određuju stabilnost, delovanje i uticaju selekcije na njih (Lee i sar., 2003). Becker (1981) ističe da za agronome stabilnost predstavlja sposobnost genotipa da da ujednačen prinos u različitim ekološkim uslovima. Adaptabilnost genotipa može biti specifična (uska) i nespecifična, generalna (široka). Po pravilu hibridi uske adaptabilnosti poseduju visok potencijal za prinos koji mogu ostvariti samo u optimalnim uslovima, a genotipovi široke adaptabilnosti daju približne prinose u različitim ekološkim uslovima proizvodnje, ali na nižem nivou (Dražić, 1999).

Klimatske promene koje su evidentne u poslednjim decenijama nameću pred selekcionere kukuruza stvaranje visoko adaptivnih genotipova sposobnih da daju visoke prinose u različitim uslovima proizvodnje (Filipović i sar., 2015). Interakcija genotipa i ekološke sredine je važna za selekciju biljaka jer utiče na genetičku dobit, te Souza i sar. (2009) predlažu

uključenje u proces oplemenjivanja genotipova sa širokom prilagodljivošću na ekološke uslove, dok genotipovi koji se odlikuju specifičnim osobinama i adaptiranošću na određene regione mogu se iskoristiti za postizanje maksimalne produktivnosti.

Fenotipska ekspresija kvantitativnih osobina kukuruza predstavlja kumulativni doprinos genotipa, spoljašnje sredine i njihove međusobne reakcije (van Eeuwijk, 2006). Prema tome, prinos po svojoj prirodi predstavlja višedimenzionalnu osobinu koja obuhvata više različitih karakteristika na koje utiče više faktora kako genetički, ekološki tako i njihova interakcija (Prodanović i sar. 1996, Banić, 2006; Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016). Prinos kao kompleksna osobina je pod uticajem faktora sredine i karakteriše ga nizak koeficijent heritabilnosti (Prodanović i sar. 1996).

U programima oplemenjivanja kukuruza veliki značaj ima razdvajanje realizovane fenotipske varijanse na genetičku i negenetičku komponentu. Nakon toga, u daljem postupku neophodno je izvršiti raščlanjavanje genetičke varijacije na aditivnu i neaditivnu komponentu. U procesu oplemenjivanja kukuruza utvrđivanje udela aditivne genetičke varijanse je od velike važnosti jer potiče od homozigotne kombinacije gena, koja je krajnji cilj svakog selekcionera (Brown i sar., 2014). Koje su vrednosti neke od varijansi u okviru fenotipske varijanse zavisi od načina nasleđivanja i heritabilnosti posmatrane osobine. Ekspresija kvalitativnih osobina trpi manji uticaj spoljašnje sredine te je i interakcija genotipa i spoljašnje sredine na znatno nižem nivou. Za razliku od kvalitativnih osobina, nasleđivanje kvantitativnih, tj. osobina kodiranih većim brojem gena, u značajnoj su meri pod uticajem faktora okruženja i interakcija genotip x spoljašnja sredina. Iz tih razloga se postavlja pitanje u kom stepenu će utvrđena genetička (aditivna) varijansa nekog hibrida biti realizovana u različitim lokalitetima i godinama.

Tako prema Gauch i Zobel (1996) u istraživanju kvantitativnih osobina sa ciljem izdvajanja poželjnih genotipova u oplemenjivačkim programima ili preporuke određenih hibrida možemo se suočiti sa dva osnovna problema: interakcija i "šum" (greška). Ukoliko ne bi postojala interakcija genotipa i spoljašnje sredine, jedan jedini hibrid kukuruza bio bi najprinosniji u svim delovima sveta i samo jedan lokalitet bi bio dovoljan za izvođenje ogleda i dobijanje neophodnih zaključaka. U slučaju odsustva greške ("šuma"), eksperimentalni rezultati bi bili precizni i bilo bi dovoljno jedno ponavljanje u ogledu za identifikaciju najboljeg hibrida za proizvodnju. U realnosti je sasvim drugačija, zato, pri proučavanju fenotipske ekspresije u različitim područjima gajenja moraju se uzeti u obzir pojmovi adaptabilnosti i stabilnosti. Adaptabilnost je prosečna sposobnost genotipa da reaguje na promene u datom području, te je adaptabilnost bliska pojmu srednje vrednosti u statističkim modelima. Stabilnost

u suštini predstavlja odstupanja od prosečne reakcije, tako da je bliska pojmu varijanse u statističkim modelima (van Eeuwijk, 2006).

Becker, (1981) i Becker i Léon (1988) definiše dva tipa fenotipske stabilnosti za prinos: biološki (statički) i agronomski (dinamički). Biološki koncept stabilnosti karakteriše genotipove čiji je prinos približno konstantan u različitim agroekološkim područjima, te je određen genotipskom varijansom. Drugim rečima rečeno, ovakvi genotipovi ne omogućavaju intenzivnu proizvodnju i obično imaju niži genetički potencijal. Agronomski tip stabilnosti je sposobnost genotipova da pozitivno reaguju na poboljšane uslove gajenja. Pri agronomskom tipu stabilnosti različiti genotipovi mogu ispoljavati različit nivo reakcije kao posledica različite interakcije između genotipa i faktora spoljašnje sredine. Ovakvi genotipovi dobro reaguju na poboljšane uslove gajenja i omogućavaju proizvodnju u intenzivnim uslovima (Dimitrijević i sar., 2006; Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016). Isti autori preporučuju da se za proučavanje stabilnosti prinosa i drugih kvantitativnih osobina koristi dinamički koncept. Neophodno je selekcionisati genotipove koji će svojim osobinama biti sposobni da se suprotstave negativnim globalnim promenama klime i imati sposobnost da iskoriste te novonastale promene. Treba naglasiti da se područja za proizvodnju kukuruza u svetu i kod nas razlikuju u pogledu dostupnosti vode, tipu zemljišta, temperaturi, sistemu proizvodnje i uticaju drugih biotičkih i abiotičkih faktora. U područjima sa manje povoljnim uslovima značajnost interakcije genotipa i ekoloških faktora biva veća, što vodi ka nižoj heritabilnosti prinosa zrna. Prema Arain i sar. (2011), faktori spoljašnje sredine, abiotički i biotički, nisu konstantni u toku godina i na različitim lokalitetima, što utiče na stabilnost prinosa genotipova. Idealan genotip mora da ima nisku varijansu GxE interakcije, nadprosečni potencijal za prinos i manje odstupanje od očekivane reakcije za dato područje. Studije stabilnosti su od velikog značaja u identifikaciji hibrida pogodnih za gajenje u širem agroekološkom arealu. Takođe je od velikog značaja i otkrivanje specifične adaptabilnosti genotipova za optimalne i manje pogodne uslove proizvodnje (Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016).

Na osnovu svega pred selekcionere se postavlja pitanje u kojoj meri je oplemenjivanje na visok prinos uticalo na promenu stabilnosti prinosa, odnosno na promenu udela interakcije genotip x spoljašnja sredina u ukupnoj fenotipskoj ekspresiji genotipa (Calderini i Slafer, 1998). Nedovoljna stabilnost prinosa po godinama i lokalitetima može se označiti kao jedan od glavnih faktora koji dovodi do izražene razlike između genetičkog potencijala za prinos i stvarnog prinosa zrna hibrida kukuruza (Branković Radojčić 2016). Ovo je naročito evidentno u područjima sa manje povoljnim agroekološkim uslovima. Interakcija genotipa i ekoloških faktora usporava napredak u oplemenjivanju kroz otežanu procenu i selekciju visoko prinosa

genotipova. Sa druge strane, omogućava selekciju genotipova koji ispoljavaju pozitivnu interakciju sa specifičnim lokalitetom i u njemu preovlađujućim ekološkim uslovima (De Vita i sar., 2010; Radojčić Branković Radojčić, 2016). U zavisnosti od stepena reakcije na variranje ekoloških faktora, možemo razlikovati genotipove koji se odlikuju opštim (širokim) adaptacionim kapacitetom i stabilnim i održivim prinosima u različitim agroekološkim lokalitetima, kao i genotipove sa specifičnom adaptabilnošću, kreiranim da visoke prinose ostvaruju samo u malom broju određenih, ciljnih lokaliteta. Prilagodljivost genotipa na različite ekološke uslove se obično testira kroz interakciju genotipa u različitim okruženjima. Genotip je stabilan ako ima visok prosečan prinos, ali niske vrednosti oscilacija koje omogućuju da se gaji u različitim ekološkim uslovima (Falconer, 1981). Hibridi i linije kukuruza su genetički homogeni, ne poseduju varijabilnost u smislu populacione heterogenosti, jer se nalaze u stanju maksimalne heterozigotnosti ili homozigotnosti i fenotipske uniformnosti koja treba da im omogući veliku adaptabilnost i plastičnost u različitim uslovima sredine.

U literaturi, od strane niza autora se sreće definisanje prilagodljivosti i stabilnosti. Tako Simmonds (1962) ističe da adaptacija ima četiri odvojena aspekta: specifična genotipska adaptacija ili mogućnost adaptacije genotipova datom ograničenom okruženju, opšta genotipska adaptacija ili sposobnost genotipa da stvori niz fenotipova prilagođenih na različita okruženja, specifična populaciona adaptacija i opšta populaciona adaptacija. Široka adaptacija se tumači kao odgovor genotipova u kome su superiorne performanse izražene u većini ili u svim ekološkim sredinama, a specifična adaptacija se opisuje kao odgovor gde se viši nivo performansi izražava u određenom ekološkom okruženju. Genetičke osnove i fiziološke razlike između široke i uske adaptabilnosti se slabo razumeju, a koncepti su uglavnom statistički analiziraju i definišu. Celokupan proces oplemenjivanja na široku adaptabilnost komplikovan i može dovesti u pitanje efikasnost selekcije (Ceccarelli, 1989 prema Branković Radojčić, 2016).

Crossa i sar. (2004) ističu da varijabilnost nastala usled interakcije genotip x spoljašnja sredina može biti razdeljena u dve komponente: (1) promena u veličini osobine merene u različitim lokalitetima, što se tumači heterogenošću genetičke varijanse kroz lokalitete ili tzv. ne-krossover interakcije, i (2) nepotpuna genetička korelacija date osobine po lokalitetima (ili genotipovima) ili krossover interakcija (COI). Za poljoprivredu je najvažnija krossover interakcija (COI) genotipa i spoljašnje sredine, koja dovodi do značajne promene u redosledu genotipova u različitim područjima. Kod ne-krossover interakcije, redosled genotipova ostaje konstantan u različitim lokalitetima. Prema tome, cilj proučavanja prinosa i komponenti prinosa je da se na osnovu analize ponašanja različitih genotipova u različitim lokalitetima

iznađu genotipovi kod kojih je interakcija genotipa i ekološkog okruženja niska (Dimitrijević i sar., 2011).

Poljoprivrednici žele hibride kukuruza koji daju visoke i stabilne prinose iz godine u godinu na lokacijama koje oni koriste za proizvodnju. Drugim rečima, njih interesuju hibridi koji imaju visoke prinose, a nisku interakciju genotipa i godine, jer ih druge lokacije ne interesuju (Živanović i sar., 2004). Sa druge strane selekcioneri, proizvođači i distributeri semena žele široko prilagođene genotipove čiji će prinos biti visok na većem proizvodnom području (mala interakcija genotipa i lokacije). Različiti interes oplemenjivača, proizvođača i distributera semena i poljoprivrednih proizvođača se mogu prevazići kompromisnim rešenjem podelom proizvodnog područja kukuruza u regione na osnovu ekoloških uslova (Živanović i sar., 2004; Babić i sar., 2010). Da bi razrešili ove nesuglasice zasnovane na različitim interesima, imajući u vidu da nije realno da se selekcionišu hibridi kukuruza za svaku njivu već za šire proizvodno područje, Prado i sar., (2001) predlažu tri mogućnosti za smanjenje uticaja negativnih efekata interakcije: preporuka genotipova za svaku sredinu, rejonizacija proizvodnog područja i identifikacija genotipova sa većom fenotipskom stabilnošću.

Analiza različitih odgovora genotipa na uslove okruženja se definišu kao interakcija G (genotip) x E (životna sredina). Prema Bernardo (2002) i Beyene i sar. (2011) ovde se radi o svojstvu kvantitativne prirode. Proučavanje interakcije u oplemenjivanju biljaka omogućava stvaranje metoda i postupaka za poboljšanje postojećih i stvaranje boljih genotipova kroz izbor lokacija za neki genotip ili stvaranje prilagođenijeg genotipa za neku lokaciju (Romagosa i Fox, 1993; Adugna i Labuschagne 2003). Interakcija GxE je opšta pojava u oceni nekog genotipa. Većina agronomskih osobina su kvantitativne prirode i redovno ispoljavaju interakciju genotipa i okruženja (Jocković i sar., 2011) i rezultanta su efekta genotipa, sredine i njihove interakcije koja se javlja kao produkt odgovora genotipa na promene u okruženju (Baker, 1990; Piepho i Eeuwijk, 2002). Zbog toga se eksperimenti za procenu prinosa zrna hibrida izvode na više lokacija i u toku više godina uz ocena relativne uspešnosti hibrida u različitim ekološkim uslovima (Kandus i sar., 2010). Ovo je posebno važno u slučajevima primene praktičnog oplemenjivanja, jer utiče na genetičku dobit i preporuku genotipova sa širokom prilagodljivošću (Deitos i sar., 2006). Genotipovi koji imaju različitu prilagođenost u regionima mogu se iskoristiti za postizanje maksimalnih prinosa (Souza i sar 2008). Iz tih razloga oplemenjivači se često susreću sa problemom da genotip menja svoj relativni rang od lokacije do lokacije ili iz godine u godinu (Dabholkar, 1999; Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016). Da bi se dobio dobar hibrid koji poseduje što nižu interakciju GxE za dominantne izvore fenotipskih varijacija neophodno je da hibrid poseduje dobar odnos između

stabilnog i visokog prinosa (Petrović i sar. 2009; Boakyewaa, 2012). Hagos i Abay (2013) ističu da postojanje interakcije genotip x spoljašnja sredina usložnjava postupak oplemenjivanja, testiranja i selekcije superiornih genotipova.

Različiti odgovori genotipova na varijabilne uslove sredine i promena rangova genotipova u različitim sredinama predstavlja prepreku u identifikaciji superiornih i stabilnih hibrida (Epinat i sar., 2001), jer interakcija otežava identifikaciju superiornih genotipova (Truberg i Hühn, 2000) u većem broju različitih ekoloških sredina, što je stabilnost genotipova (Eberhart i Russell, 1966). Ignorisanje prisustva interakcije je problematično kada je ona statistički značajna i kada je njen efekat veći od uticaja genotipa (Gauch i Zobel, 1996), što je čest slučaj kod prinosa zrna (Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016). Pravilno razumevanje značaja genetičkih faktora i ekološke sredine koji uzrokuju interakcije u relevantnom GEI sistemu ima veliki uticaj na oplemenjivanje biljaka (Magari i Kang, 1993; Basford i Cooper, 1998) i izbor superiornih genotipova kada je u pitanju prinos zrna (Butron i sar., 2004). Stabilnost prinosa zrna je najpoželjnija osobina, koja preporučuje hibrid za proizvodnju (Živanović i sar., 2004; Čvarković i sar., 2009).

Dodig (2010) ističe da se pri oplemenjivanju mogu primeniti jedan od tri pristupa: (i) selekciju genotipova u optimalnim agroekološkim uslovima, sa pretpostavkom da će se pozitivne performanse realizovati i u manje povoljnim uslovima spoljašnje sredine; (ii) oplemenjivanje genotipova u realnim, manje povoljnim uslovima spoljašnje sredine pri čemu se pridaje veliki značaj uticaju interakcije genotip – spoljašnja sredina (GEI). Ovaj pristup se zasniva na direktnoj selekciji za specifičnu adaptaciju u ciljnom području, korišćenju germplazme adaptirane na lokalnom nivou u konkretnim uslovima za proizvodnju i (iii) unapređenje različitih vidova tolerantnosti na nepovoljne biotičke i abiotičke faktore spoljašnje sredine kod već postojećih visoko prinosa genotipova ili na povećanju potencijala za prinos kod selekcionog materijala koji ispoljava navedenu tolerantnost.

Kang i Gorman (1989) ukazuju da značajnost GEI za prinos zrna može ozbiljno ograničiti odabir superiornih genotipova za dalji rad. Takođe, GEI može da dovede do nemogućnosti iskorišćavanja genetičkog i selekcionog potencijala egzotične germplazme biljaka (Giauffret i sar., 2000). Razumevanje ekoloških i genotipskih komponenti GEI je važno u svim fazama oplemenjivanja biljaka, kao i u slučaju ideotipa sorte, izbor roditelja (Jackson i sar., 1998; Trethowan, 2014). Allard i Bradshaw (1964) ističu da u slučaju kada se gaje dva genotipa A i B, u dve različite ekološke sredine E1 i E2, moguće je šest vrsta interakcija, od kojih su neke rezultat crossover-a, a druge nisu. Sa pozicije interakcije pri analizi ponašanja dva genotipa u dve različite ekološke sredine moguća su tri različita slučaja: 1) dva genotipa

moгу pokazati slično ponašanje u dve ekološke sredine, što ukazuje na nezavisnost osobina genotipa i životne sredine (nema interakcije), 2) genotipovi različito reaguju na promenu uslova sredine, ali relativni rang sorti ostaje isti, njihove apsolutne razlike variraju u zavisnosti od ekoloških uslova (to je kvantitativna ili neunakrsna, odnosno noncrossover interakcija) i 3) sorte različito reaguju na promenu ekoloških uslova, dolazi do promene u relativnom rangiranju genotipova u različitim ekološkim sredinama (to je kvalitativna ili unakrsna, odnosno crossover interakcija). Truberg i Hühn (2000) navode tri moguća slučaja unakrsne interakcije: $G \times (E)$ interakcija ili unakrsna interakcija prvog reda u kojoj dolazi do izmena ranga genotipova unutar različitih spoljašnjih sredina, $E \times (G)$ interakcija ili unakrsna interakcija drugog reda u kojoj dolazi do izmena ranga spoljašnjih sredina „unutar“ genotipova, i istovremeno prisustvo interakcije prvog i drugog reda ($G \times (E)$ i $E \times (G)$). Kvalitativne interakcije koje su rezultat crossover-a su od interesa u oplemenjivanju biljaka, jer odabrani genotipovi su posebno prilagođeni datoj sredini. Kvalitativna interakcija kroz sistem izbora genotipova utiče na odabir genotipova za proizvodnju (Crossa, 1990). Interakcije kod kojih se nije desio crossover utiču na komponente genetičke varijanse, heritabilnost i sl. (Balzarini i sar., 2005).

Testiranje genotipova (G) na više lokacija tokom više godina, interakcija $G \times E$ se može podeliti na komponente: genotip x lokacija ($G \times L$), genotip x godina ($G \times Y$) i genotip x lokacija x godina ($G \times L \times Y$) itd. Značaj sredine kvadrata $G \times L$ ukazuje na to da se regioni na kojima se genotipovi gaje sastoje od različitih ekoloških sredina, te bi region trebalo da bude podeljen na subregione koji bi bili relativno homogeni. U tim manjim regionima treba da se gaje genotipovi koji su prilagođeni na iste. Značajne vrednosti sredine kvadrata $G \times Y$ interakcije ukazuju da iz godine u godinu dolazi do promena u vremenskim uslovima koji se ne mogu predvideti unapred, što je problem za oplemenjivače (Dabholkar, 1999). Neka variranja u životnoj sredini su predvidljiva (kvalitet zemljišta i sl.) i mogu se korigovati određenim agrotehničkim merama, što je lakše i brže nego selekcionisati sortu pogodnu za takva zemljišta (Boakyewaa, 2012).

Interakcija između hibrida, godine i lokacije je nepoznanica i problem u početku širenja novog hibrida (Jocković i sar., 2008). Razumevanje uzroka GEI može se koristiti za: 1) postavljanje ciljeva u selekciji, 2) identifikaciju idealnih uslova nakon testiranja i 3) određivanje oblasti optimalne adaptiranosti genotipa, 4) smanjenje troškova testiranja genotipova kroz eliminaciju nepotrebnih lokacija u kreiranju programa oplemenjivanja (Kang, 1996 i Jocković i sar., 2008).

Interakcije genotipa i životne sredine mogu izazvati promenu ranga genotipa u različitim ekološkim sredinama Becker-u i Leon-u (1988). Prema tome, GEI je kritična samo ako se radi

o značajnoj crossover interakciji. Kang i Gorman (1989) su ukazali da GEI utičući na smanjuje korelacije između genotipa i fenotipa. Interakcija GxE kao izvor varijacije koji uključuje genotip i uticaj faktora sredine je dovela do opasnosti i problema sa kojom se selekcioneri susreću po pitanju sužavanje genetičke osnove koja ostaje u konkurenciji pri selekciji visoko prinostnih savremenih sorti, a posledica je osetljivost na bolesti i suše. (Dimitrijević i Petrović, 2000). Razvoj i unapređenje tehnika fenotipizacije obezbediće dalji uspeh u konvencionalnom oplemenjivanju (Prasanna i sar., 2013) i biće korisna u molekularnom i transgenom oplemenjivanju kvantitativnih osobina (prinos, adaptacija na abiotički stres i sl.). Prema tome, poželjno je stvoriti hibride koji su superiorni u svim uslovima proizvodnje. Takav idealan hibrid bi imao najviši rang na svim lokacijama i podjednako se ponašao u svim ekološkim sredinama. Odstupanje od idealne situacije je rezultat uticaja sredine na genotip, odnosno interakcije genotip x sredina, što utiče na stabilnost genotipa (Čvarković, 2008). Upotrebom statističkih modela kod kojih se opis interakcije genotip x spoljna sredina zasniva na direktnoj vezi sa genetičkim, fiziološkim i ekološkim saznanjima, obezbeđuje se bolji uvid u tu vrstu interakcije i olakšava razvoj strategije oplemenjivanja (Romagosa i sar., 2009).

Williams i sar. (2008) ističu da u većini istraživanja, analiza varijanse (ANOVA) predstavlja najčešće korišćeni metod pri razdvajanju izvora variranja usled uticaja genotipa, spoljašnje sredine i njihove interakcije. Flores i sar. (1998) su u svom radu prikazali 22 različita univarijaciona (parametrijska i neparametrijska) i multivarijaciona metoda za analizu interakcije genotip x spoljašnja sredina. Opšti zaključak je da jednostavnost u izvođenju pojedinih metoda stabilnosti daje previše pojednostavljenu sliku ispitivane interakcije. Kompleksni prikaz date interakcije kod nekih metoda zahteva veoma složenu proceduru. Prema dinamičkom i statičkom konceptu stabilnosti, pomenuti metodi se mogu podeliti u tri grupe, u zavisnosti od toga da li u obzir uzimaju samo prinos, samo parametre stabilnosti ili istovremeno posmatraju i prinos i stabilnost (Mohammadi i Amri, 2008). Ne postoji opšta saglasnost u pogledu najboljeg metoda (Ferraudo i Perecin, 2014). Autori su kompjuterskom simulacijom izvršili poređenje tri metoda: Eberhart-Russel, AMMI metod i mešoviti metod (REML/ BLUP). Svaki od ovih metoda detektuje GxE interakciju na različit način i svaki od njih ima određena ograničenja. Autori preporučuju komplementarnu upotrebu metoda u cilju boljeg razumevanja GEI pojave.

U literaturi se sreće više modela koji se bave analizom interakcije i određivanjem stabilnosti genotipa. Tako Yates i Cochran (1938) su predložili linearnu regresionu analizu (LR), a revidiran je od strane brojnih autora (Finlay i Wilkinson, 1963; Eberhart i Russell, 1966; Freeman i Perkins, 1971; Lin i Thompson, 1975; Becker i Leon, 1988 i Crossa, 1990).

Ovaj model je u stanju da efikasno analizira uslove interakcije samo kao sistematsko variranje u konkretnom setu podataka koje odgovara specifičnom modelu regresije. Prema Delić-u i sar. (2004) klasični parametarski pristupi za analizu interakcije GxE počiva na pretpostavkama (normalitet distribucije, homogenost varijansi, aditivnost efekta). U suprotnom, rezultati analize se dovode u pitanje. Iz tih razloga se pribegava primeni neparametarskih metoda (Delić i sar., 2004). Hühn i Léon (1995) sve neparametrijske metode za testiranje interakcije GxE svrstavaju u četiri: Bredenkamp-u (1974), Hildebrand-u (1980), Kubinger-u (1986) i Van der Laan-u i De Kroon-u (1981). Prve tri metode podatke rangiraju sa svih lokacija unutar jedne godine i definišu se i kao kvantitativna interakcija. Hildebrand-ovom i Kubinger-ovom metodom se vrši determinacija kvantitativne i kvalitativne interakcije. Prema literaturnim izvorima Bredenkamp-ova metoda je najmanje pouzdana. Hühn (1996) je dao prikaz međusobnog odnosa ovih metoda: Hildebrand \approx Kubinger > Van der Laan i de Kroon > Bredenkamp.

Prednost neparametrijskih metoda eksperimentalno dobijeni podaci o prinosu i drugim kvantitativnim osobinama genotipova je u tome što se oni prevode u rangove, a na te vrednosti ne utiču njihove apsolutne razlike. Ovakvi podaci su manje osetljivi na greške pri merenju, izostavljanju ili dodavanju nekog rezultata, pa ne dovode do velikih promena u konačnom rezultatu (Nassar i Hühn, 1987; Knezović, 2014). Parametri stabilnosti zasnovani na rangovima, jednostavni su za upoređivanje i interpretaciju, dodavanje ili izostavljanje jednog ili više genotipova ne uzrokuje velike razlike u procenama, a vrednosti dobijene na ovaj način su primenjive u oplemenjivanju i pri testiranju sorti i hibrida (Zorić i sar., 2015). Kod ovakvih istraživanja je važno da li postoji interakcija ili ne, jer usled nje dolazi do promene redosleda genotipova u različitim sredinama (Hühn, 1996). Dve sredine sa različitim prinosom i sličnim rangovima testiranih genotipova se smatraju sličnijim nego sredine sa sličnim vrednostima i različitim rangovima. Za grupisanje sredina sa sličnim rangovima može se koristiti Spearman-ov koeficijent korelacije ranga. (Hühn i Piepho, 1994). Za procenu stabilnosti na osnovu ranga genotipova u svakoj sredini Nassar i Hühn (1987) predlažu 4 neparametarska parametra stabilnosti: $Si(1)$ – prosečna razlika rangova u različitim sredinama; $Si(2)$ – varijansa rangova; $Si(3)$ – relativno odstupanje u odnosu na prosečan rang i $Si(6)$ koji je samo malo modifikovan u odnosu na prethodni. Najstabilnijim genotipom se smatra onaj sa vrednošću $Si(1)=0$ i što manjom varijansom ranga $Si(2)$ u ispitivanim sredinama. Isti autori su za ocenu značajnosti ovih parametara koristili $Zi(m)$ test. Delić i sar. (2009) su, za procenu stabilnosti 24 hibrida kukuruza na dve lokacije u dve godine, koristili neparametarske testove. Parametri stabilnosti su pokazali da hibridi koji su postigli najviše prinose nisu uvek i najstabilniji. Autori zaključuju

da postojanje interakcije zahteva za procenu genotipova tokom više godina na više lokacija. Na osnovu analize tokom dve godine na dve lokacije prinosa i mase 1000 zrna kod 24 hibrida kukuruza FAO grupe zrenja 400 – 700 Čvarković i sar. (2009) su primenom neparametarskih metoda: Kubinger-a i Van der Laan i De Kroon-a utvrdili postojanje interakcije genotip x sredina za obe ispitivane osobine, a metodom Hildebrand-a je utvrđeno postojanje interakcije za masu 1000 zrna.

Za analizu kod sintetičke populacije u F₂ generaciji kukuruza sa 25% egzotične germplazme u različitim ciklusima rekombinacija (R0, R3, R5) Živanović i sar., (2012) su koristili za procenu interakcije genotipova sa sredinom i procenu stabilnosti tih genotipova pomoću neparametarskih pokazatelja stabilnosti $Si(1)$, $Si(2)$, $Si(3)$ i $Si(6)$. Mann-Whitney testom pokazane su veoma značajne razlike u stabilnosti između R0 i R5 ciklusa i značajne razlike između R3 i R5 ciklusa. Značajne razlike za $Si(6)$ vrednosti su bile između R0 i R5 ciklusa, a razlike između ciklusa rekombinacija nisu bile značajne za $Si(1)$ i $Si(2)$ vrednosti. Parametri $Si(3)$ i $Si(6)$ koji su pokazali značajne razlike uzimaju u obzir i prinos i stabilnost prinosa, tako da utvrđene razlike mogu biti posledica i razlika u samom prinosu što je posledica primenjenih rekombinacija, pre nego u stabilnosti prinosa ispitivanih genotipova.

Korišćenjem različitih statističkih modela za ocenu interakcije genotip x sredina određuju pravci selekcije i proizvodnje. Svi trenutno aktuelni modeli za procenu interakcije genotip x sredina zasnovani su na analizi varijanse, linearnoj regresiji, nelinearnoj analizi, multivariacionoj analizi, biplotima ili metodama neparametarske statistike (Zobel i sar., 1998; Balestre i sar., 2009). Uobičajena analiza varijanse je aditivni model, identifikuje interakciju kao izvor ali je ne analizira (Samonte i sar., 2005). Može se desiti, da se zbog velikog broja stepeni slobode, interakcija pojavljuje kao nesignifikantan izvor varijacije, bez obzira što obuhvata veliki deo varijabilnosti ukupne sume kvadrata (Crossa, 1990). Model koji je veoma sličan analizi varijanse je analiza glavnih komponentata (PCA), koja je multiplikativan model. Jedna od statističkih analiza koja se koristi za tumačenje GEI zasnovanog na korišćenju biplota je AMMI model (*Additive Main Effect and Multiplicative Interaction*). AMMI se izdvaja zbog raspoloživih interpretacija (Duarte i Vencovsky, 1999). AMMI analiza tumači efekte genotipa (G) i lokacije (E) kao aditivne efekate, a na GEI se kao na multiplikativnu neaditivnu komponentu primenjuje analiza glavnih komponentata. AMMI analizom se iz sume kvadrata izdvaja jedna ili više glavnih komponentata (PCA osa). Za tumačenja rezultata koristi se biplot grafikon koji poredi srednje vrednosti osobina genotipova i neku od glavnih komponentata (PC) interakcije. Postoji više AMMI modela, od AMMI0 modela koji je identičan ANOVA analizi, do AMMIF koji je identičan srednjim vrednostima, u zavisnosti od toga koliko se PCA osa

posmatra. Osnovna uloga multivariacionih analiza je da objasne unutrašnju strukturu interakcije da bi se u što većoj meri eliminisala neobjašnjiva varijabilnost. Multivariacione analize treba da obuhvate: sistematsko variranje, nesistematsko variranje, odnos između genotipova, odnos genotipova i okruženja i odnos između spoljašnjih sredina (Gauch, 1992). Interakcija delom stvarno postoji, a delom je posledica nesistematskog variranja ili nekontrolisanog variranja. Prilikom statističke obrade koja uključuje primenu PCA modela mora da se obratiti pažnja na odabir broja PCA osa, pri čemu prva interakcijska PCA osa u AMMI analizi pretežno obuhvataju sistematsko variranje, a ostale nesistematsko variranje (Babić, 2011). Važno ograničenje AMMI model je nemogućnost da se razdvoji kvalitativnu od kvantitativne interakcije, za razliku od SREG modela koji omogućava detekciju kvalitativnih interakcija koja je od interesa za selekcionere. Na to ukazuju i Gauch i Zobel (1996) u svojim istraživanjima. AMMI model je jedan od najčešće korišćenih u analizi stabilnosti prinosa. U sebi kombinuje analizu varijanse na tri ortogonalna izvora (genotip, spoljašnja sredina i njihovu interakciju), sa analizom glavnih komponenti interakcije genotip x spoljašnja sredina u vidu nekoliko ortogonalnih IPCA osa, pri čemu se najčešće koriste prve dve (IPCA1 i IPCA2). U tom slučaju, rezultate je moguće i grafički prikazati u vidu biplota, stavljanjem u međusobni odnos srednjih vrednosti posmatrane osobine genotipova i neke od osnovnih komponenti interakcije, što obezbeđuje vizualnu predstavu o glavnim i interakcijskim izvorima variranja. Značaj AMMI metode u naučnim istraživanjima u poljoprivredi ogleda se u određivanju stabilnosti prinosa genotipova u različitim agroekološkim područjima, grupisanje genotipova na osnovu opšte i specifične adaptabilnosti, utvrđivanju lokaliteta sa najpovoljnijim uslovima, otkrivanju pozitivnih i negativnih interakcija genotipova i lokaliteta i definisanje mega sredina za određene genotipove.

Podaci jednogodišnjih i višegodišnjih multilokacijskih ogleda ukazuju na činjenicu da je ekološka varijansa dominantan izvor u varijaciji prinosa mnogih biljnih vrsta (70-80%), pri čemu su uticaji genotipa i interakcije relativno mali (Yan i Tinker, 2006). U cilju preciznijeg sagledavanja vrednosti svakog genotipa i lokaliteta, autori ističu neophodnost istovremenog praćenja uticaja genotipa i interakcije (koncept krossover interakcije), kao dva najvažnija izvora variranja u ukupnoj fenotipskoj varijansi. Yan i sar. (2000) ističu GGE-biplot metod (G i GxE). U osnovi ovog metoda nalazi se statistički model analize i tumačenje glavnih komponenti (PCA). Prva glavna komponenta (PCA1) predstavlja prinos ispitivanog genotipa, dok druga glavna komponenta (PCA2) prikazuje stabilnost prinosa. GGE-biplot metod omogućava evaluaciju genotipova na osnovu fenotipske ekspresije osobina, identifikaciju najprinosnijih i najstabilnijih, poređenje dva i više genotipova, rangiranje genotipova, rangiranje lokaliteta i

identifikaciju mega-područja gajenja (Yan i Kang, 2003). Prednost GGE-biplot metoda se ogleda u tome da u većoj meri može objasniti varijaciju nastalu usled objedinjenog uticaja genotipa i interakcije na dvodimenzionalnom GGE biplot grafikonu (Yan i sar., 2007). Od strane Yan i sar. (2000) GGE biplot je prepoznat kao inovativan grafički prikaz, koji može da se primenjuje u oplemenjivanju biljaka, te su predložili modifikovanje konvencionalne AMMI analize. Ova metoda je zasnovana na linearno-bilinearnom SREG (*Sites regression*) modelu (Cornelius i sar., 1992), koji je modifikovan od strane Yan-a i sar., (2001) uključivanjem dve glavne PC komponente. GGE biplot analiza se koristi za identifikaciju mega-sredina, grupisanje ili razdvajanje lokacija koje se ispituju u zajedničkoj megasredini, a potom se koristi za evaluaciju genotipova u okviru tih megasredina i odabir najdiskriminativnije i najreprezentativnije lokacije (Mitrović i sar., 2011). GGE biplot analize izdvaja „idealne“ sredine. Idealnom sredinom se smatra sredina koja ima visoku PC1 vrednost, odnosno najveću moć diskriminacije genotipova i nisku PC2 vrednost, odnosno najreprezentativnije je od svih sredina. „Idealna“ sredina ne postoji u realnosti, ona može poslužiti za vrednovanje ostalih sredina. Što je realna sredina bliža „idealnoj“ to je poželjnija, a iz nje polaze koncentrični krugovi (Yan i sar., 2000). Kod prinosa zrna PC1 osa prikazuje visinu prinosa i poželjno je da njena vrednost bude što veća, a PC2 osa prikazuje interakciju genotipa sa sredinom, i poželjno je da ima što manju vrednost. U tim slučajevima posmatrani genotip ima visok nivo stabilnosti prinosa i malu interakciju sa sredinom. Prema Letta-a i sar. (2008), osnovni koncept na kome se zasniva GGE-biplot metod je da ocenu svakog genotipa u pogledu prinosa zrna treba sprovoditi istovremenim uzimanjem u obzir uticaja genotipa i interakcije (prve dve glavne komponente (PC1 i PC2 ili tzv. primarni i sekundarni uticaji) koje su izvedene iz varijacije osobine usled uticaja genotipa i interakcije).

Babić i sar., (2011) su primenom AMMI2 modela, koji je obuhvatio 98,4% sume kvadrata tretmana, 12 sredina grupisano u tri ciljne sredine pri ispitivanju 15 hibrida kukuruza. U ovom radu je odabrano tri hibrida kukuruza koji su nosioci maksimalnih prinosa u tri ciljne sredine. Na taj način je zaključeno da se može iskoristiti uska prilagođenost genotipa, za postizanje visokih prinosa bez obzira na veličinu regiona. U ovim istraživanjima autori ističu da prilikom donošenja odluka, koje se tiču stvaranja hibrida i identifikacije određenih rejona gajenja relevantni su efekat genotipa (G) i interakcije genotip x sredina (GxE). Efekte genotipa i efekat interakcije treba razdvojiti u istraživanjima, a integristi u konačnom prinosu, jer istovremeno utiču na rang određenog genotipa u datoj sredini. AMMI analiza kao hibridni model, to omogućava. Da je to tako potvrđuju i u svojim istraživanjima Mitrović i sar. (2012).

Na osnovu rezultata dobijenih kombinovanom analizom varijanse i AMMI2 modela Krizmanić i sar. (2014) su utvrdili značajne razlike između lokacija, godina, hibrida i njihovih interakcija za visini i stabilnosti prinosa zrna šest hibrida kukuruza različitih grupa zrenja i na taj način izvršili njihovu klasifikaciju prema različitim agroekološkim uslovima proizvodnje na četiri lokacije tokom dve godine. Autori zaključuju da se pojedini hibridi odlikuju visokom adaptabilnošću i stabilnošću prinosa zrna i kao takvi mogu da se gaje u širokom arealu.

Cilj oplemenjivanja je permanentno povećanje prinosa hibrida u proizvodnji. U tom pogledu heritabilnost predstavlja posebno koristan selekциони parametar. Ako je aditivna varijabilnost osnovni uzrok genetičkog variranja, očekuju se visoke vrednosti heritabilnosti osobina. Živanović i Šurlan Momirović (2001) objašnjavaju različite vrednosti heritabilnosti osobina kao posledicu korišćenja različitog selekcionog materijala, raznih načinima procene i izračunavanja genetičke, odnosno aditivne, varijanse i uticaja spoljne sredine. Heritabilnost (h^2) kao deo variranja zbog genetičke konstitucije roditelja može razmotriti u užem i širem smislu. Poznavanje heritabilnosti u užem smislu je od izuzetnog značaja u oplemenjivačkim programima, jer nam pokazuje stepen sličnosti između srodnika, odnosno verovatnoću sa kojom se fenotipska vrednost može upotrebiti za procenu aditivne varijanse. Falconer (1989) navodi da heritabilnost nije samo karakteristika određenog svojstva, već i populacije, uslova spoljašne sredine kojima su izložene individue, kao i načina merenja fenotipa. Babić (1993) i Todorović (1995) su ustanovili da se u nasleđivanju broja redova zrna ispoljava parcijalna i puna dominacija, kao i da je aditivna varijansa bila veća od dominantne, što je uticalo na visoke vrednosti heritabilnosti i niske vrednosti heterozisa. Isti autori navode veći uticaj neaditivne genetičke varijanse kod sledećih osobina: prinos zrna, broj zrna u redu, masu zrna, prečnik i dužinu klipa.

Nasleđivanje kvantitativnih osobina čija je ekspresija je posledica delovanja genetičkih faktora, faktora spoljašnje sredine i njihovom međusobnom interakcijom je kompleksno. Shull (1909) je otkrio heterozis kukuruza i pokušao da definiše njegovu pozadinu uz konstataciju da je posledica ukrštanja genetički udaljenih roditelja. Veći heterozis se ispoljava pri većoj genetičkoj udaljenosti ukrštanih genotipova do izvesne granice. Sa daljim povećanjem divergentnosti heterozis opada (Moll i sar., 1962; i Moll i sar., 1965). Na taj način se dobija superiorno F_1 potomstvo koje premašuje vrednosti kvantitativnih osobina oba roditelja. Nakon početka iskorišćavanja heterozisa u proizvodnji, prešlo se na istraživanje pozadine nasleđivanja kvantitativnih osobina kukuruza i ekspresije heterozisa. Heterozis predstavlja osnovu modernog oplemenjivanja i izuzetno je kompleksan mehanizam i zavisi od distribucije gena kod roditeljskih linija (Jinks i Jones, 1958). Fisher (1918) iznoseći teoriju o komponentama

genetičke varijanse, tj. efektima delovanja gena, jer u ekspresiji neke kvantitativne osobine učestvuju aditivna i neaditivna varijansa koje su posledica aditivnog i neaditivnog delovanja gena. Varijansa se dalje deli na komponente uslovljene dominacijom i epistazom (Šurlan i sar., 2007). Kao posledicu ovakvog oblika delovanja gena, vrednost ispitivane kvantitativne osobine F₁ generacije može biti jednaka prosečnoj vrednosti kvantitativne osobine roditelja ili bliža srednjoj vrednosti roditelja 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 (dvogenska, trogenska itd.). Druga podela varijanse se 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 je odstupanje od vrednosti koja bi se formirala pojedinačnim doprinosima gena sa različitih lokusa (Hallauer i sar., 2010.). Koristeći početna znanja o heterozisu dobijeni su prvi komercijalni double cross (DC), koji su stvoreni sredinom prve polovine prošlog veka (Russell, 1993). Shvatajući pojavu i potencijal heterozisa, istraživači prelaze na formiranje i korišćenje heterotičnih grupa između kojih postoji potencijalna mogućnost pojave heterozisa. Iako je heterozis proučavan ceo vek, genetička osnova heterozisa još uvek nije potpuno jasna (Mladenović Drinić i sar., 2012). Za potrebe oplemenjivanja kukuruza, od naročitog je značaja je pronalazak pogodnog metoda koji bi mogao da predvidi heterozis sa što većom tačnošću pre samih njivskih testiranja. Iznalaženje heterotičnih parova je osnovni cilj iskorišćavanja genetičke varijabilnosti. Troyer (2006) objašnjava formiranje pet ključnih heterotičnih grupa koje su postale osnov oplemenjivanja do sredine prošlog veka. Sada u svetu postoji 12 heterotičnih grupa u umerenom klimatskom pojasu (Goodman, 1984; Stojaković i sar., 2004).

Heterozis hibrida dobijenih ukrštanjem dve, umesto četiri inbred linije je bio veći (Shull, 1908; East, 1908), ali vitalnost i genetički potencijal za prinos prvih stvorenih inbred linija nisu mogle da zadovoljiti potrebe komercijalne semenarske proizvodnje. Ovo je doprinelo pored stvaranja dobre hibridne kombinacije popravci samih roditeljskih komponenti (Borojević, 1981). Rezultat ovakve selekcije su prvi single cross (SC) - dvolinijski hibridi, 50-ih godina prošlog veka. Jednostruki hibridi u Srbiji su rodniji najmanje 20% od DC hibridnih kombinacija, a najmanje 30-50% od prethodno gajenih sorti i lokalnih populacija (Trifunović, 1986). Prosečan prinos zrna od početka primene SC hibrida u proizvodnji do 2003. godine u SAD-eu prati prosečan porast od 111,5 kg/ha sa koeficijentom regresije od $b=1,78$ na godišnjem nivou (Troyer, 2006). Kombinacione sposobnosti i primena molekularnih markera su u tesnoj vezi sa heterozisom. Preko PKS, što je veća vrednost PKS veći je heterozis ispoljen

između ukrštenih inbred linija. Ovakav način predstavlja njihovski metod za otkrivanje heterozisa i heterotičnih parova, dok sa druge strane molekularni markeri predstavljaju laboratorijski metod koji sa velikom pouzdanošću otkriva heterotične parove.

Za praktično oplemenjivanje veoma je važno poznavanje odnosa koji vladaju između osobina, jer se odabiranje poželjnog genotipa vrši na bazi većeg broja osobina (Franz, 1990). Pod uticajem selekcije dolazi do promene međuzavisnosti osobina, te je neophodno stalna analiza korelacija (Stoeva i Bosseva, 1998; Dražić i Brkić, 2001). Primenjene metode oplemenjivanja mogu dovesti do promena jedne ili više osobina. Čak i pri promeni jedne osobine menjaju se i neke druge osobine u zavisnosti od jačine korelacione povezanosti između posmatranih osobina. Zbog toga je veoma važno poznavati stepen međuzavisnosti pojedinih osobina, a sve u cilju da se pri oplemenjivanju ne bi narušavali korelacioni odnosi koji su od značaja za oplemenjivanje. Iz tih razloga se u procesu oplemenjivanja najčešće sprovodi paralelna selekcija na dve ili više osobina sa akcentom na prinos zrna kao kompleksno svojstvo. Koeficijenti korelacija koji se utvrde između osobina nisu konstantni i menjaju se u različitim uslovima proizvodnje (Mitrović, 2013). Tokom perioda istraživanja različitih korelacionih odnosa koji postoje između osobina utvrđeno je da je visina biljke snažno povezana sa brojem dana do cvetanja, jer se rast i formiranje internodija kod kukuruza zaustavlja sa početkom cvetanja. To znači da je kukuruz koji ranije cveta obično i niže visine stabla (Troyer i Larkins, 1985). Sve to utice i na korelacije između visine biljke i broja listova (Allen i sar., 1973) i prinosa (McKee i sar., 1974), visine klipa i ranostasnosti (Obilana i Hallauer, 1974). Do istraživanja Fleishmann-a (1974) se smatralo da su vreme cvetanja i visok prinos zrna u uzajamnom korelacionom odnosu, ali treba istaći da savremeni hibridi kukuruza daju visok prinos zrna i pored ranog cvetanja. Na osnovu brojnih istraživanja Hallauer i Miranda (1988) zaključuju su najveći koeficijenti korelacija između prinosa i dubine zrna (0,51), srednje između prinosa zrna, visine biljke do klipa (0,31), dužine klipa (0,38), broja zrna u redu (0,45), a slabe između prinosa, visine biljke (0,26), broja redova zrna mase 1000 zrna (0,25) i vremena cvetanja (0,14).

Slične konstatacije se sreću i u literaturi novijeg datuma. Tako Anapurna i sar. (1998), You i sar. (1998), Khatun i sar. (1999), Orlyan i sar. (1999) i Gutman i sar. (1999) su utvrdili da je prinos pozitivno korelisan sa visinom biljke, visinom klipa, brojem zrna u redu, brojem redova zrna, dužinom klipa i masom 1000 zrna. Čamdžija i sar. (2012) ističu, na osnovu pozitivnih korelacija između prinosa i broja redova zrna, da se selekcijom na veći broj redova zrna postiže i veći prinos. Do sličnih zaključaka su došli Boćanski i sar. (2009) i Rafiq i sar.

(2010). Čamdžija i sar. (2011) su utvrdili pozitivni koeficijent korelacije između prinosa i dužine klipa, a Srećkov i sar. (2011) je ustanovio negativnu povezanost ove dve osobine.

Pavlov i sar. (2015) su, na osnovu ispitivanja indirektnog uticaja primenom prostih korelacija direktnog i indirektnog uticaja pet morfoloških osobina na prinos zrna kukuruza pri ukrštanja šest linija i njihovih dialelnih hibrida utvrdili da je pozitivan direktni uticaj na prinos imala visina biljke, a negativan visina klipa, dok je pozitivan indirektni uticaj na prinos je ostvarila visina klipa preko visine biljke.

Na bazi vrednosti korelacija između osobina može se utvrditi 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, tj. imaju sličnost u variranju, rezultat je dejstva vezanih i plejotropnih gena. Fenotipska korelacija uključuje dejstvo gena i spoljašnjih uslova (Falconer, 1989; Hallauer i Miranda, 1988). S obzirom da prinos predstavlja krajnji rezultat delovanja više faktora može se dati prednost određenim osobinama koje imaju pozitivnu i visoku korelaciju sa prinosom (Kanagarasu i sar., 2010). Tokom ispitivanja materijala prema fenotipskim korelacionim koeficijentima, samo određene kvantitativne osobine su u pozitivnoj korelaciji sa prinosom se mogu iskoristiti usmernom selekcijom prema tim osobinama, što bi trebala da ima za posledicu povećanje prinosa (Kanagarasu i sar., 2010). Prema tome posebno mesto zauzima i utvrđivanje Spearman-ovog koeficijent rang korelacije koji izražava „udaljenost“ između dve srednje vrednosti. Na osnovu ovog merila primenjuju se brojne tehnike analize clustera tj. grupa sredina. Za analizu se koristi sličnost individualnog sa grupom koja je definisana kroz koeficijente ranga korelacije (Knezović, 2001).

4.RADNA HIPOTEZA

Presudnu ulogu u oplemenjivanju kukuruza ima poznavanje selekcionog materijala, tj. heterozisa, nasleđivanja i stabilnosti osobina sa ciljem stvaranja boljih i prinosnijih F₁ hibrida. U ovom radu će biti praćena svojstva kvantitativne prirode, odnosno svojstva koja su determinisana većim brojem gena i pod uticajem su faktora sredine.

U radu se polazi od pretpostavke da pojedine ispitivane samooplodne linije kukuruza i hibridi će imati različitu ekspresiju i nasleđivanje osobina u uslovima stresa kako na različitim lokacijama u različitim godinama tako pri dejstvu sulfonurea, na osnovu čega bi ove linije bile korišćene u daljem oplemenjivačkom radu kao komponente visokorodnih hibrida ili za formiranje sintetičkih populacija, a hibridi bi bili korišćeni u širokoj proizvodnji. Razvrstavanjem samooplodnih linija u heterotične grupe na bazi klaster analize značajno bi se skratio postupak oplemenjivanja kukuruza.

Za uspešniji oplemenjivački rad od velikog značaja je poznavanje vrednosti interakcije genotipa i spoljašnje sredine. U radu se polazi od pretpostavke da se proučavane linije i hibridi kukuruza, raznovrsne genetičke osnove, različito reaguju na promene faktora spoljašnje sredine, čime ispoljavaju i različitu stabilnost prinosu i komponenti prinosu u uslovima stresa izazvanog faktorima spoljašnje sredine i sulfonilureama. Na osnovu te pretpostavke, očekuje se izdvajanje hibrida kukuruza čiji prinos i komponente prinosu najmanje variraju pod uticajem promena faktora spoljašnje sredine i stresa pod dejstvom sulfonilurea. Prema tome različiti genotipovi kukuruza će se ponašati različito u uslovima stresa izazvanog faktorima spoljašnje sredine i delovanjem sulfonilurea i mogu se uspešno uključiti u oplemenjivanje kukuruza na povećanu stabilnost prinosu u svojstvu kriterijuma kako za odabir roditeljskih parova tako i za ocenu potomstva. Takođe predpostavlja se da postojeće razlike u genetičkoj osnovi proučavanih hibrida kukuruza će doprineti različitoj reakciji na promenljive faktore sredine u uslovima stresa izazvanog sulfonilureama, što će se reflektovati kroz različitu stabilnost osobina koje linije i hibridi ispoljavaju uz postojanje različitih odnosa između osobina ispitivanih genotipova kukuruza.

5.MATERIJAL I METODE RADA

5.1.Biljni materijal i sistem postavljanja ogleda

Istraživanja su sprovedena tokom 2010. i 2011. godine u Institutu za kukuruz u Zemun Polju i Institutu Tamiš. Ogled je postavljen na dve lokacije: Pančevo (lokacija 1) i Zemun Polje (lokacija 2). Osnovni biljni materijal predstavlja 6 hibrida kukuruza Instituta za kukuruz Zemun Polje (ZPSC 434 - (H-1), ZPSC 505 - (H-2), ZP SC 560 - (H-3), ZPSC 600 - (H-4), ZPSC 606 - (H-5) i ZPSC 684 - (H-6)), FAO grupa zrenja 400, 500, 600 i 700 i šest linija (L-1, L-2, L-3, L-4, L-5 i L-6). Ogledi su postavljeni po potpuno slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja, sa po 20 biljaka u okviru svakog ponavljanja. Svaki genotip je posejan u po jedan red sa deset kućica, sa dve biljke, tako da je veličina elementarne parcele bila $2,8 \text{ m}^2$ ($0,7\text{m} \times 0,4\text{m}$). Gustina useva je bila 71428 biljaka po hektaru. Setva i berba su obavljene ručno, a u izvođenju ogleda primenjena standardna tehnologija gajenja kukuruza. Tretirane linije i kontrola su ukrštene u Institutu Tamiš a dobijeni hibridi su posejani naredne godine.

Površina svake parcele za tretiranje herbicidima i kontrolu je bila $50,4 \text{ m}^2$. Tretmanima su obavljani ručnom prskalicom. Tretiranje je obavljeno kada je kukuruz bio u fazi 9-10 listova, sa tri različite aktivne materije iz grupe sulfonilurea:

1. (K) Kontrola je bila bez herbicida, tretiranje je obavljeno samo vodom - (tretman 1)
2. I Tretman - aktivna materija nikosulfuron, a preparat Motivell u količini $1,25 \text{ l/ha}$ ($6,3 \text{ ml}$.po tretmanu) - (tretman 2)
3. II Tretman - aktivna materija rimsulfuron, a preparat Tarot u količini 60 g/ha ($0,3 \text{ g}$ po tretmanu) - (tretman 3)
4. III Tretman - aktivna materija forasulfuron, a preparat Ekvip u količini $2,5 \text{ l/ha}$ ($12,6 \text{ ml}$ po tretmanu) - (tretman 4)

Na lokalitetima, od svakog ispitivanog genotipa odabrano je po 10 biljaka iz tri ponavljanja, kako bi se dobili podaci o sledećim agronomskim osobinama: broj redova zrna, broj zrna u redu, masa 100 zrna, visina biljke do vrha metlice, visina biljke do osnove gornjeg klipa. Prinos je meren za celu parcelu, a zatim preračunavan za jedan hektar. Biometrijska obrada podataka je bazirana na po ponavljanju za sve osobine.

5.2. Klimatski uslovi u periodu izvođenja ogleda

Pored plodnosti zemljišta, najvažniji agroekološki faktor je klima, odnosno meteorološki činioci, temperatura, količina i distribucija padavina u toku vegetacionog perioda kukuruza. Meteorološki (vremenski) uslovi značajno utiču na efekat primenjenih agrotehničkih mera u proizvodnji. Od njihovog delovanja u velikoj meri zavise rastenje i razviće, a time i prinos i kvalitet gajenih biljaka. Da bi se sagledali osnovni pokazatelji vremenskih uslova, korišćeni su meteorološki podaci za 2010. i 2011. godinu iz meteorološke stanice Instituta Tamiš, Instituta za kukuruz Zemun Polje koje se nalazi u neposrednoj blizini oglednog polja. Vrednosti navedenih meteoroloških elemenata dati su od aprila do oktobra godine (tabele br). Na osnovu podataka datih u tabelama može se zaključiti da su variranja po godinama istraživanja bila izražena, posebno tokom letnjeg perioda.

Tabela 1. Prosečne mesečne temperature vazduha u toku vegetacionog perioda kukuruza (april – oktobar) u toku 2010. i 2011. godine i za prethodnih deset godina (°C)

Mesec	Temperature vazduha				Višegodišnji prosek (2000–2009)	
	Pančevo		Zemun Polje		Pančevo	Zemun Polje
	2010.	2011.	2010.	2011.		
IV	13,4	14,0	13,5	14,6	13,00	13,70
V	18,1	17,7	18,0	17,3	19,82	18,93
VI	21,8	24,8	21,3	22,4	22,34	21,88
VII	24,8	22,9	24,3	24,2	24,10	23,79
VIII	23,7	24,1	24,1	24,8	24,10	23,33
IX	17,3	21,8	17,8	21,6	17,55	17,78
X	10,0	11,4	10,6	12,1	13,58	13,56
Prosečna temperatura po mesecu	18,44	19,53	18,51	19,57	19,21	19,00

Srednja mesečna temperatura za Pančevo i okoliknu u toku vegetacionog perioda 2010. godine je bila 18,44°C što je niže od višegodišnjeg proseka (19,21 °C), a 2011. godine je bila 19,53 °C, što je više od višegodišnjeg proseka, kao i od srednje mesečne temperature za vegetacioni period kukuruza u 2011. godini (tabela 1). Srednja mesečna temperatura za Zemun Polje i okolinu u toku vegetacionog perioda 2010. godine je bila 18,51°C što je niže od višegodišnjeg proseka (19,00°C), a 2011. godine je bila 19,57 °C, što je više od višegodišnjeg proseka. Takođe treba napomenuti da je srednja mesečna temperatura za vegetacioni period 2011. godine bila viša nego 2010. godine (tabela 1).

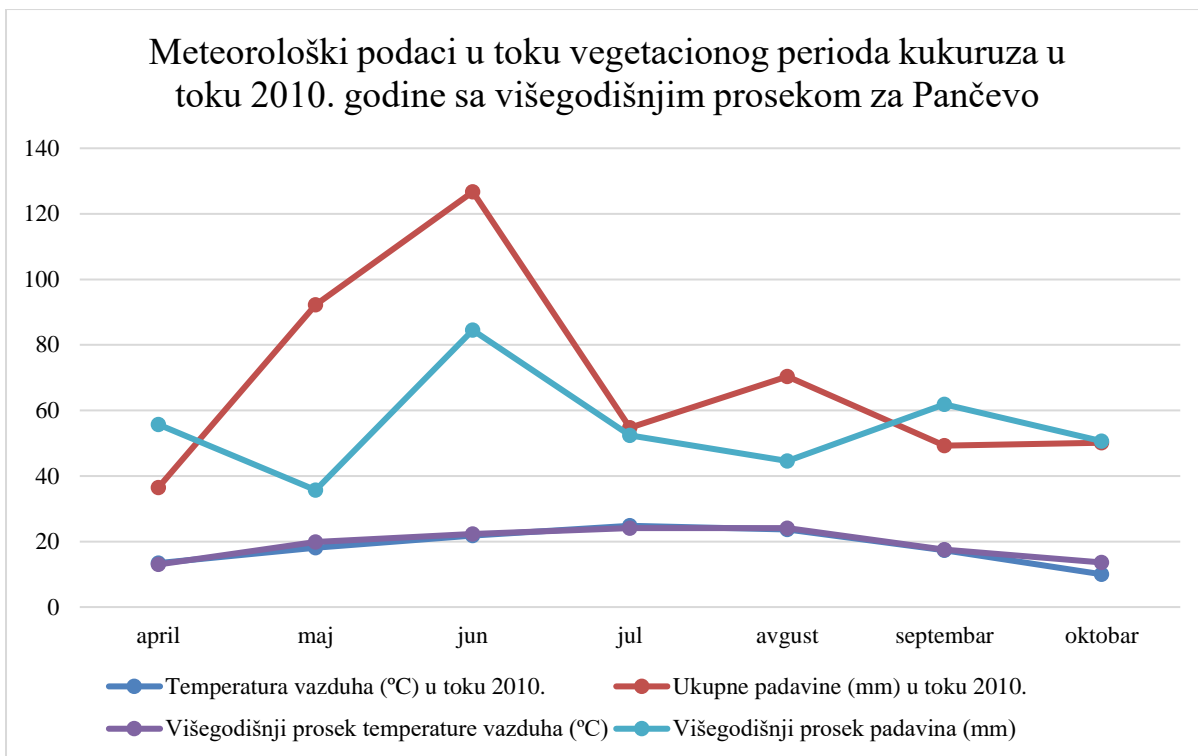
Srednja mesečna količina padavina za Pančevo i okoliknu u toku vegetacionog perioda 2010. godine je bila 479,9mm što je znazno više od višegodišnjeg proseka (385,39mm), a 2011. godine je palo 369,10mm, što je ispod višegodišnjeg proseka, kao i od srednje mesečne količine padavina za vegetacioni period kukuruza u 2011. Godini (tabela 2). Srednja količina padavina za Zemun Polje i okolinu u toku vegetacionog perioda 2010. godine je bila 496,6mm, što je niže od višegodišnjeg proseka (444,07mm), a 2011. godine je bila 328,39mm, što je niže od višegodišnjeg proseka skoro za 120mm. Takođe treba napomenuti da je srednja mesečna količina padavina za vegetacioni period 2011. godine bila niža nego 2010. godine za više od 160mm (tabela 2).

Tabela 2. Ukupna i prosečna količina padavina po mesecima u toku vegetacionog perioda kukuruza (april - oktobar) u toku 2010. i 2011. godine i za prethodnih deset godina (mm) i

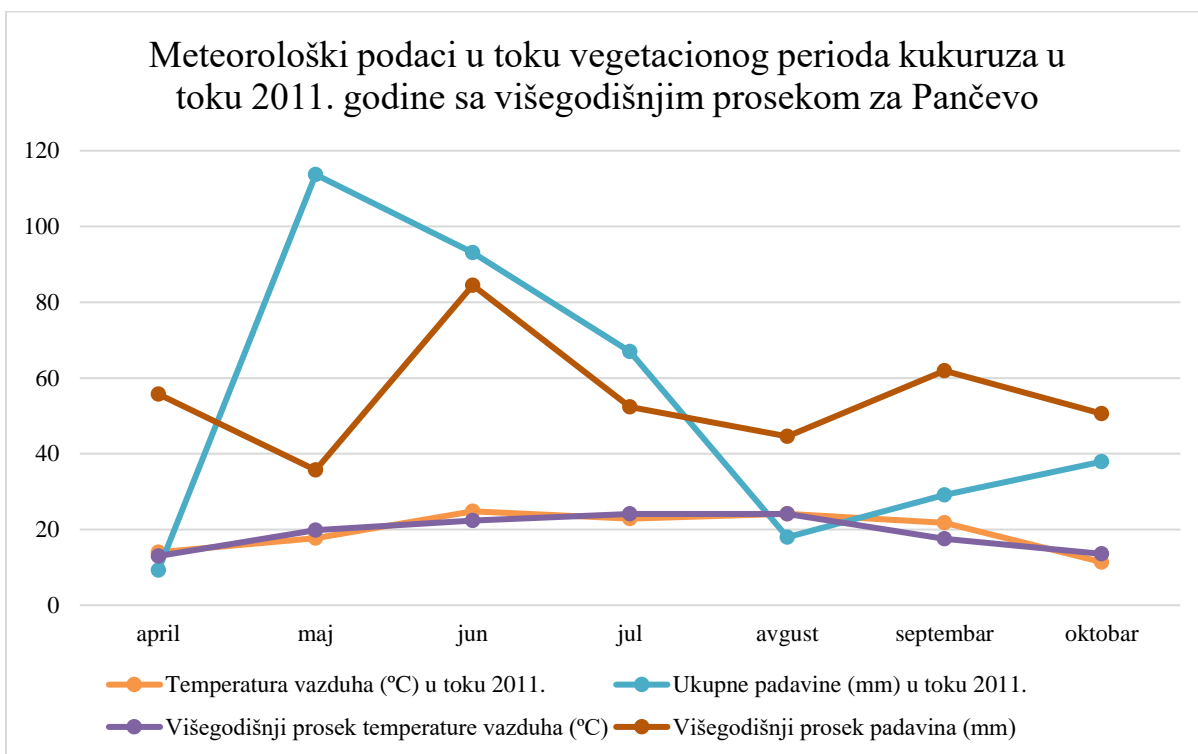
Mesec	Ukupne padavine po mesecima (mm)					
	Pančevo		Zemun Polje		Višegodišnji prosek (2000–2009)	
	2010.	2011.	2010.	2011.	Pančevo	Zemun Polje
IV	36,5	9,30	50,7	14,9	55,73	54,48
V	92,2	113,7	64,1	89,6	35,7	46,92
VI	126,7	93,1	167,3	25,9	84,5	96,67
VII	54,7	67,0	35,6	66,9	52,4	58,13
VIII	70,4	18,0	68,2	67,9	44,56	69,45
IX	49,3	29,1	68,0	36,4	61,9	64,38
X	50,1	37,9	42,7	26,7	50,6	54,01
Prosečna po mesecu	68,56	52,59	70,94	46,90	55,06	63,44
Ukupno za vegetacioni period	479,90	368,10	496,6	328,30	385,39	444,07

Na grafiku 1 su prikazani meteorološki podaci kao klima dijagram po Walter-u za vegetacioni period kururuza (april-oktobar) u toku 2010. godine sa višegodišnjim prosekom (2000-2009) za Pančevo. Na osnovu rezultata prikazanih na klima dijagramu možemo konstatovati da temperatura vazduha u toku 2010. godine nije mnogo varirala od višegodišnjeg proseka, međutim, bilo je više padavina te su ukupne padavine tokom 2010. godine bile veće od višegodišnjeg proseka tokom svih meseci, osim u aprilu i septembru.

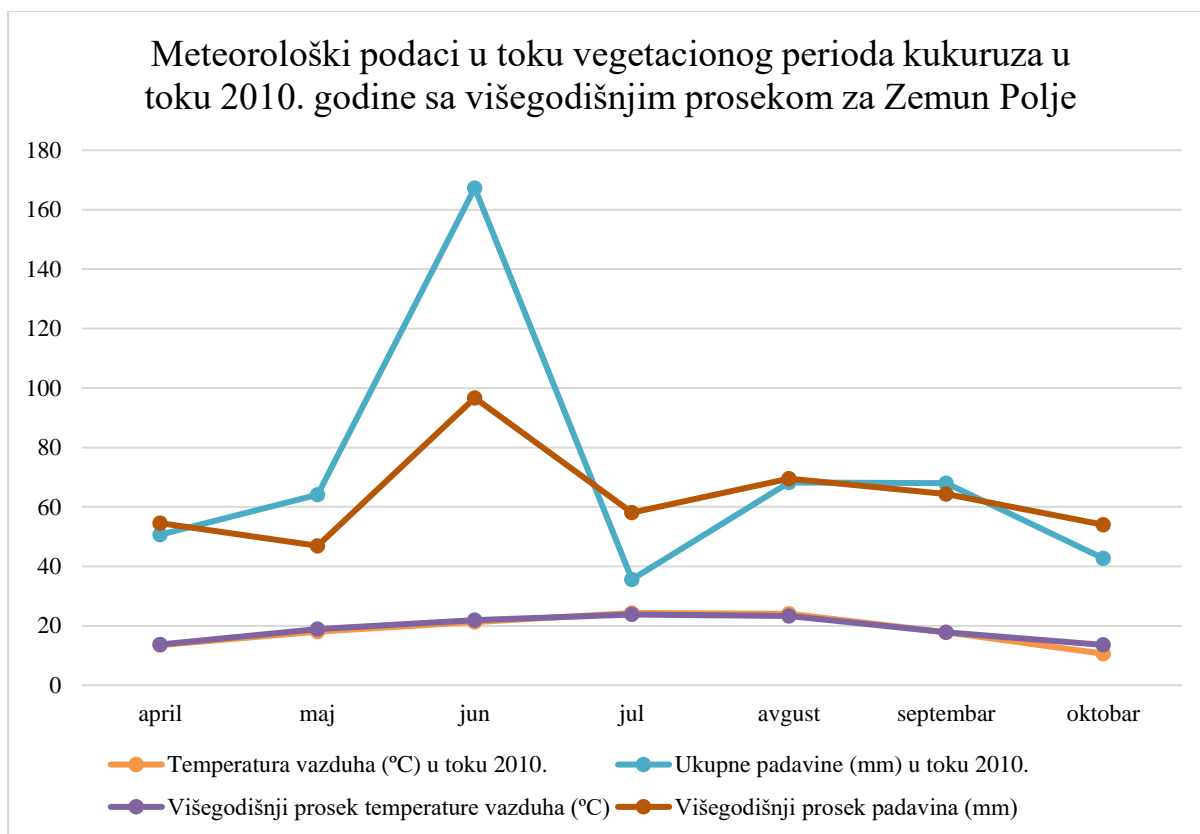
Temperatura vazduha tokom 2011. godine u Pančevu bila je slična višegodišnjem proseku, s tim što je od višegodišnjeg proseka bila viša tokom juna (prosečno oko 2,5°C) i tokom septembra (prosečno oko 4°C). Kada je reč o padavinama, razlike su bile mnogo veće, s tim što su drastične razlike primećene tokom aprila, gde je 2011. godine bilo manje padavina u odnosu na višegodišnji prosek, ali i tokom maja gde je u 2011. godini palo prosečno 78 mm kiše više u odnosu na višegodišnji prosek (svi podaci su prikazani na grafiku 2).



Grafik 1. Klima dijagram po Walter-u za vegetacioni period kururuza (april-oktobar) u toku 2010. godine sa višegodišnjim prosekom (2000-2009) za Pančevo



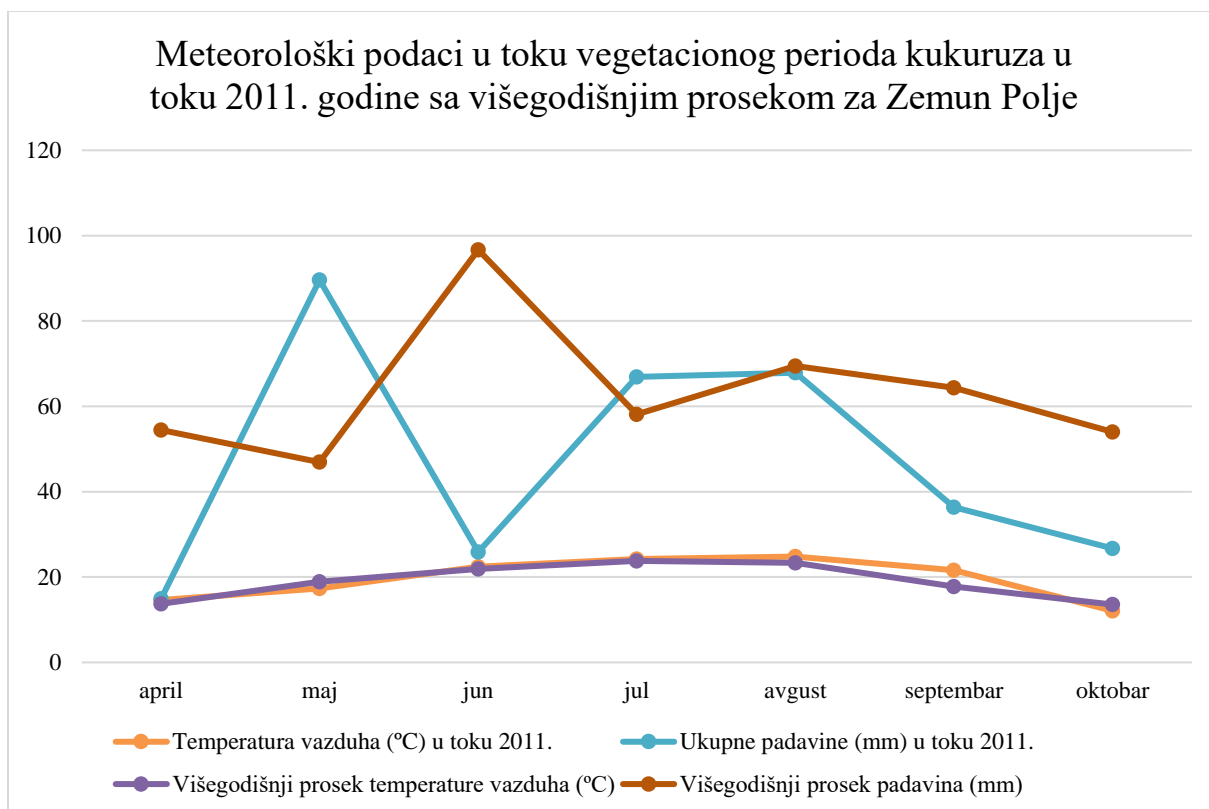
Grafik 2. Klima dijagram po Walter-u za vegetacioni period kururuza (april-oktobar) u toku 2011. godine sa višegodišnjim prosekom (2000-2009) za Pančevo



Grafik 3. Klima dijagram po Walter-u za vegetacioni period kururuza (april-oktobar) u toku 2010. godine sa višegodišnjim prosekom (2000-2009) za Zemun Polje

Temperatura vazduha u Zemun Polju tokom 2010. godine nije mnogo varirala niti od višegodišnjeg proseka za Zemun Polje niti od temperature u Pančevu tokom iste godine (grafik 3), međutim, 2010. godine je palo više kiše u odnosu na višegodišnji prosek, posebno tokom juna gde je razlika u padavinama bila prosečno oko 71 mm.

Kao što se može videti na grafiku 4, temperatura vazduha tokom 2011. godine u Zemun Polju je samo u septembru bila nešto viša od višegodišnjeg proseka, inače je bila jako slična. Padavine su dosta varirale, naročito tokom početna tri meseca meseca, ali i tokom poslednja dva. Tokom 2011. godine je, generalno, palo manje kiše u odnosu na višegodišnji prosek, posebno tokom aprila, juna, septembra i oktobra.



Grafik 4. Klima dijagram po Walter-u za vegetacioni period kururuza (april-oktobar) u toku 2011. godine sa višegodišnjim prosekom (2000-2009) za Zemun Polje

5.3. Statistička analiza podataka

Dobijeni podaci iz ogleda poslužili su za izračunavanje osnovnih biometrijskih parametara (Zar, 2010):

aritmetička sredina $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$; standardna greška $S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$;

standarna devijacija $s = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$ i koeficijent varijacije $CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$.

U cilju donošenja objektivnih zaključaka o uticaju posmatranih faktora na ispitivane osobine genotipova kukuruza, te i mogućnost primene parametarskih testova (ANOVA i LSD-test), testirana je homogenost varijansi. Ispitivanje razlika između analiziranih genotipova kukuruza, na dva lokaliteta u toku dve godine kao i njihove interakcije sprovedena je metodom analize varijanse za faktorijalni ogled postavljen po slučajnom blok sistemu, kao i LSD testom za nivo rizika 5% i 1% (Hadživuković 1991) po modelu četvorofaktorijalne analize varijanse po potpuno slučajnom blok sistemu:

$$X_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\alpha\delta)_{il} + (\beta\gamma)_{jk} + (\beta\delta)_{jl} + (\gamma\delta)_{kl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + (\alpha\beta\delta)_{ijl} + (\alpha\gamma\delta)_{ikl} + (\beta\gamma\delta)_{jkl} + (\alpha\beta\gamma\delta)_{ijkl} + \varepsilon_{ijklm}$$

$i = \overline{1, a}; j = \overline{1, b}; k = \overline{1, c}; l = \overline{1, d}; m = \overline{1, n}$; gde je: a - broj nivoa faktora A ; b - broj nivoa faktora B ; c - broj nivoa faktora C ; d - broj nivoa faktora D .

Tabela 3. Analiza varijanse po modelu potpuno slučajnog blok dizajna

Izvori variranja	Stepeni slobode (df)	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	Očekivana sredina kvadrata
Ponavljjanje (r)	r-1			
Genotip (G)	g-1	SSg	MSg	SSg/(g-1)
Godina (Y)	y-1	SSy	MSy	SSy/(y-1)
Lokacija (L)	l-1	SSL	MSL	SSL/(l-1)
Tretman (T)	t-1	SSt	MSt	SSt/(t-1)
G x Y	(g-1)(y-1)	SSgy	MSgy	SSgy/(g-1)(y-1)
G x L	(g-1)(l-1)	SSgl	MSgl	SSgl/(g-1)(l-1)
G x T	(g-1)(t-1)	SSgt	MSgt	SSgt/(g-1)(t-1)
Y x L	(y-1)(l-1)	SSyl	MSyl	SSyl/(y-1)(l-1)
Y x T	(y-1)(t-1)	SSyt	MSyt	SSyt/(y-1)(t-1)
L x T	(l-1)(t-1)	SSlt	MSlt	SSlt/(l-1)(t-1)
G x Y x L	(g-1)(y-1)(l-1)	SSgyl	MSgyl	SSgyl/(g-1)(y-1)(l-1)
G x Y x T	(g-1)(y-1)(t-1)	SSgyt	MSgyt	SSgyt/(g-1)(y-1)(t-1)
G x L x T	(g-1)(l-1)(t-1)	SSglt	MSglt	SSglt/(g-1)(l-1)(t-1)
Y x L x T	(y-1)(l-1)(t-1)	SSylt	MSylt	SSylt/(y-1)(l-1)(t-1)
G x Y x L x T	(g-1)(y-1)(l-1)(t-1)	SSgylt	MSgylt	SSgylt/(g-1)(y-1)(l-1)(t-1)
Greška	(r-1)(gylt-1)	SSe	MSe	SSe/(r-1)(gylt-1)

Aditivno-multiplikativni AMMI model (The Additive Main effects and Multiplicative Interaction) kombinuje dva metoda: analizu varijanse i analizu glavnih komponenti u jedinstven model, sa aditivnim i multiplikativnim pokazateljima. AMMI model se zasniva na jednačini (Gauch i Zobel, 1996):

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum_n \lambda_n \gamma_{gn} \delta_{en} + \rho_{ge} + \varepsilon_{ger}$$

Y_{ger} – prinos genotipa g u spoljašnjoj sredini e , za ponavljanje r , μ - prosečna vrednost, α_g – odstupanje genotipa g od prosečne vrednosti, β_e – odstupanje od spoljašnje sredine e (aditivni pokazatelji), λ_n – pojedinačna vrednost za osu glavne komponente interakcije (IPCA) n , γ_{gn} – vektor genotipa za osu n i δ_{en} – vektor spoljašnje sredine (multiplikativni pokazatelji), ρ_{ge} – ostatak varijabilnosti koji nije obuhvaćen modelom, ε_{ger} – eksperimentalna greška.

Ova karakteristika AMMI modela primenjena je u cilju raščlanjivanja ukupne fenotipske varijanse na aditivni (genetički) i neaditivni (ekološki) udeo, radi ocene značajnosti uticaja

izvora variranja na ekspresiju osobina. Analiza varijanse izvedena je po modelu potpuno slučajnog blok sistema (tabela 3; Johnson i Bhattacharyya, 2010):

Multiplikativni deo AMMI modela primenjen je u postupku analize varijanse nastale usled interakcije $G \times Y$, $G \times L$, $G \times T$, $Y \times L$, $Y \times T$, $L \times T$, $G \times Y \times L$, $G \times Y \times T$, $G \times L \times T$, $Y \times L \times T$ i $G \times Y \times L \times T$, kod proučavanih osobina kod kojih je taj izvor varijabilnosti pokazao statistički značajan uticaj. Pri čemu je varijansa interakcije razložena na prve dve glavne komponente interakcije, IPC1 i IPC2, kojima se u najvećoj meri može objasniti priroda prisutne interakcije.

Poslednji stepenik u AMMI analizi stabilnosti predstavlja grafička prezentacija u vidu biplota, koja omogućuje sagledavanje disperzije ispitivanih genotipova, lokaliteta, tretmana i njihove međusobne interakcije. Postoje dva načina prezentacije, u vidu AMMI1 biplota (prosečne vrednosti naspram PC1 glavne komponente) i u vidu AMMI2 biplot (PC1 komponenta naspram PC2). U sprovedenoj analizi stabilnosti korišćen je AMMI1 biplot. AMMI1 biplot na horizontalnoj, h-osi prikazuje glavne aditivne uticaje genotipa, lokaliteta, odnosno genotipa, tretmana dok su na vertikalnoj, y-osi prikazani multiplikativni uticaji interakcije genotip - spoljašnja sredina, odnosno genotip tretmani sadržani u prve dve PC komponente (Hongyu i sar., 2014).

U cilju dodatne i preciznije evaluacije genotipova kukuruza i lokaliteta kao i genotipa i tretmana primenjena je GGE biplot analiza prema Yan i Kang (2003), prema modelu:

$\hat{Y}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \Phi_{ij}$, gde je \hat{Y}_{ij} – očekivani prinos genotipa i u spoljašnjoj sredini j , μ - srednja vrednost svih posmatranja, α_i - uticaj genotipa i , β_j - uticaj spoljašnje sredine j , Φ_{ij} – interakcija genotipa i i spoljašnje sredine j

Karakteristika GGE biplot metoda je da, pri proučavanju stabilnosti prinosa ne raščlanjuje već objedinjeno analizira varijabilnost nastalu usled delovanja genotipa i interakcije genotip-spoljašnja sredina, deleći je u dva dela:

$\hat{Y}_{ij} - \mu - \beta_j = g_{i1}e_{1j} + g_{i2}e_{2j} + \sum ij$, gde g_{i1} i e_{1j} predstavljaju primarnu ocenu za genotip i i lokalitet j , g_{i2} i e_{2j} predstavljaju sekundarnu ocenu za genotip i i lokalitet j , dok $\sum ij$ čini nerazjašnjeni ostatak.

Grafički prikaz rezultata višelokacijskih ogleda može se ostvariti pomoću GGE biplota, koji se konstruiše postavljanjem vrednosti prve glavne komponente (PC1) genotipova i lokaliteta, naspram odgovarajućih vrednosti za drugu glavnu komponentu (PC2), u koordinativnom sistemu. Genotipovi sa visokom vrednošću komponente PC1 ispoljavaju visoke prosečne vrednosti za prinos zrna i njegove komponente. Pri tome, genotipovi sa visokim vrednostima komponente PC1 i vrednostima komponente PC2 bliskim nuli,

predstavljaju genotipove od interesa za dalja istraživanja. Takvi genotipovi se odlikuju širokom adaptabilnošću, za razliku od genotipova specifične adaptabilnosti, koji su locirani daleko od koordinativnog početka.

U većini godina, glavna komponenta PC1 predstavlja srazmernu reakciju genotipa po lokalitetima, što ukazuje na ne-krossover interakciju, dok komponenta PC2 predstavlja nesrazmernu reakciju genotipa kroz lokalitete, odgovornu za sve krossover interakcije (Yan i sar., 2000). Statistička analiza podataka izvedena je primenom kompjuterskog statističkog programa GenStat 12th (GenStat, 2009).

Za klasičnu selekciju najveći značaj imaju rekombinacije dobijene ukrštanjem različitih genotipova ili njihovim kombinovanjem u hibridima kao heterotičnim parovima. U tom slučaju, oplemenjivač je u situaciji da mora da poznaje kako odrediti genetičke parametre nasleđivanja za one osobine na koje se vrši selekcija, tj. kvantitativne. Za procenu načina njihovog nasleđivanja poredе srednje vrednosti roditeljske generacije i potomstva (P_1 , P_2 i F_1). Postoji četiri mogućnosti: (i) intermedijarnost (i) kada je srednja vrednost F_1 generacije jednaka srednjoj roditeljskoj vrednosti (MP), (ii) parcijalna dominacija (pd) u pozitivnom (+) ili negativnom (-) smeru kada je srednja vrednost F_1 generacije u odnosu na MP bliža jednom od roditelja, bilo sa jače izraženom ili sa slabije izraženom osobinom, (iii) dominacija kada je srednja vrednost F_1 generacije jednaka srednjoj vrednosti jednog od roditelja (+ ili +) i (iiii) superdominacija (sd+ ili sd-), kada je srednja vrednost F_1 generacije sa većom vrednošću od roditelja sa većom srednjom vrednošću ili od roditelja sa manjom srednjom vrednošću. Zaključak da je to tako donosi se na osnovu testiranja. Najčešće se uzimaju vrednosti $l_{sd,0,001}$ i to tako: (i) ako je F_1 u intervalu $-/+ l_{sd,0,001}$ oko MP radi se o intermedijarnom nasleđivanju, (ii) ako srednja vrednost F_1 prelazi ovu vrednost i približava se roditelju sa jače ili slabije izraženom osobinom, ali ne ulazi u interval $-/+ l_{sd,0,001}$ oko jednog od roditelja sa jače izraženom osobinom radi se o parcijalnoj dominaciji, (iii) ako ulazi u taj interval radi se o punoj dominaciji jednog ili drugog roditelja i (iiii) ako su vrednosti F_1 veće od toga ukazuje na superdominaciju. Sve ovo se može prikazati na liniji intenziteta (grafikon).

P1			MP			P2		
sd-	d-	pd-	i	pd+	d+	i	sd+	

Heritabilnost je mera naslednosti i predstavlja udeo genetičke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi za posmatranu osobinu. Lush (1945) je izvršio podelu heritabilnosti na

heritabilnost u širem (H^2) i heritabilnost u užem smislu (h^2). U širem smislu heritabilnost predstavlja udeo genetičke u ukupnoj fenotipskoj varijansi i više je od teorijskog, a manje od praktičnog značaja. Heritabilnost u užem smislu predstavlja udeo aditivne genetičke varijanse u ukupnoj fenotipskoj varijansi i od većeg je značaja selekcionerima jer pokazuje u kojoj meri fenotipovi roditelja predstavljaju indicaciju sopstvenog genotipa. Heritabilnost se izražava u procentima od 0 do 100%. Koeficijent naslednosti, odnosno heritabilnost, računata je u širem (H^2) prema Hanson i sar., (1956) po modelu:

$$\sigma_f^2 = \sigma_g \frac{\sigma_{gy}^2}{y} + \frac{\sigma_{gl}^2}{l} + \frac{\sigma_{gt}^2}{t} + \frac{\sigma_{gyl}^2}{yl} + \frac{\sigma_{gyt}^2}{yt} + \frac{\sigma_{glt}^2}{lt} + \frac{\sigma_{gylt}^2}{ylt} + \frac{\sigma_e^2}{rylt}$$

$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} \times 100$, gde su odgovarajuće vrednosti uzete iz analize varijanse.

Apsolutni heterozis (Ha) u odnosu na boljeg roditelja se iskazuje u jedinicama mere posmatrane osobine. Prema tome:

$Ha = \bar{F}_1 - \overline{BP}$, gde je \bar{F}_1 srednja vrednost F_1 hibrida, a \overline{BP} srednja vrednost boljeg roditelja za datu osobinu. Testiranje je obavljeno t-testom : $t = \frac{Ha}{SE_{Ha}}$, a $SE_{Ha} = \sqrt{\sigma_{F_1}^2 + \sigma_{BP}^2}$, gde je $\sigma_{F_1}^2$

varijansa F_1 generacije i σ_{BP}^2 varijansa boljeg roditelja. Relativni heterozis se iskazuje u

procentima, $Hr = \frac{\bar{F}_1 - \overline{BP}}{BP} \times 100$, što omogućuje poređenje.

Sličnosti između ispitivanih genotipova utvrđene su hijerarhijskom klaster analizom uz pomoć NTSYS-pc v2.1 računarskog programa (Rohlf, 2000). Za grupisanje više genotipova po sličnim osobinama u bliže povezane klastere i razdvajanje različitih genotipova u međusobno udaljene klastere, korišćena je hijerarhijska klaster analiza tj. grupisanje prema stepenu sličnosti primenom Euclidean distance koja kvantificira odstojanja između pojava koje variraju po većem broju svojstava. Ovaj metod omogućava realno određivanje stepena srodnosti i divergencije. Unutar svakog od klastera nalaze se genotipovi koji su genetički bliski, dok su klasteri međusobno različiti. U cilju prikazivanja sličnosti i razlika između analiziranih genotipova konstruisani su dendrogrami koji prikazuju hijerarhijsko povezivanje. Početnoj grupi se pridružuju novi genotipovi ili grupe, gradeći višu grupu sve do konačnog stadijuma kada su sve povezane u jednu celinu odnosno dendrogram.

Spearmanov koeficijent korelacije (produkt rang korelacije) koristi se za merenje povezanosti između varijabli u slučajevima kada je otežana primena Pirsonovih koeficijenata korelacije, pri čemu vrši procena povezanosti između rangiranih varijabli. Linearni oblik povezanosti koji je preduslov za korišćenje Pearsonovog koeficijenta nije bitan. Slučajevi u kojima se koristi Spearmanov koeficijent su kada među varijablama ne postoji linearna povezanost, a nije moguće primjeniti odgovarajuću transformaciju kojom bi se povezanost

prevela u linearnu. Spearmanov koeficijent korelacije kao rezultat daje približnu vrijednost koeficijenta korelacije koji se tretira kao njegova dovoljno dobra aproksimacija. Procedura korišćenja Spearmanovog koeficijenta podrazumeva da vrednosti varijabli rangiramo. Najjednostavniji način rangiranja je da se najmanjoj vrijednosti, odnosno da rang 1, zatim sledećoj po veličini rang 2 itd. do poslednje kojoj se daje maksimalan rang. Spearmanov koeficijent korelacija ranga se označava sa r_s . Prema tome, korelaciona analiza je urađena na bazi Spearmanovog koeficijenta korelacija rangova između proučavanih osobina i dobijeni su izračunavanjem koeficijenta korelacije, prema formuli:

$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2-1)}$, gde je: n - broj serija, a d – razlika vrednosti rangova osobina. Testiranje je obavljeno t-testom po formuli: $t = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$, za broj stepeni slobode $n-2$.

Pozitivna korelacija znači da sa porastom jedne promenljive raste i druga. Ako postoji potpuna funkcionalna linearna zavisnost između promenljivih, onda je koeficijent korelacije 1 ili -1 (tabela 4). Negativna korelacija znači da je veza između promenljivih u obrnutoj srazmeri, tj. porast jedne promenljive je praćen opadanjem druge. U odsustvu bilo kakve korelacije r je 0.

Tabela 4. Intenzitet korelacija u zavisnosti od vrednosti koeficijenta korelacije

r_{xy}	Korelacija
0,00-0,10	odsutna
0,11-0,25	vrlo slaba
0,26-0,40	slaba
0,41-0,60	srednja
0,61-0,75	jaka
0,76-0,90	vrlo jaka
0,91-0,99	gotovo potpuna
1,00	potpuna - funkcionalna

Sličnosti roditeljskih komponenata utvrđene su hijerarhijskom klaster analizom uz pomoć NTSYS-pcv2.1 računarskog programa (Rohlf,2000). Za grupisanje više genotipova po sličnim osobinama u bliže povezane klastere i razdvajanje različitih genotipova u međusobno udaljene klastere, korišćena je hijerarhijska klaster analiza tj. grupisanje prema stepenu sličnosti primenom Euclidean distance koja kvantifikuje odstojanja između pojava koje variraju po većem broju svojstava. Ovaj metod omogućava realno određivanje stepena srodnosti i divergencije unutar kolekcije germplazme, odnosno genotipova kukuruza. Unutar svakog od klastera nalaze se genotipovi koji su genetički bliski, dok su klasteri međusobno različiti. U cilju prikazivanja sličnosti i razlika između analiziranih genotipova konstruisani su dendrogrami koji prikazuju hijerarhijsko povezivanje.

6.REZULTATI

6.1.Srednje vrednosti analiza varijanse

6.1.1.Sredina kvadrata

Sredine kvadrata i izvori variranja ispitivanih osobina kod hibrida i roditeljskih linija su se razlikovale, što je verovatno posledica genetičke konstitucije i kompozicije datih genotipova (tabela 5 i tabela 6). To je bio osnovni razlog za posebnu analizu varijanse za linije i za hibride. Variranje ispitivanih osobina uglavnom je bilo uslovljeno variranjem genotipova, dok značajan doprinos ostalih izvora varijabilnosti (godine, lokacije i tretmana, odnosno primenjenih herbicida) varirao od osobine do osobine. Ponavljanje kao izvor variranja nije bilo značajno, što ukazuje da je pravilno postavljen i izveden ogled. Sredine kvadrata genotipova za sve osobine kako kod hibrida tako i kod linija, kao i većina interakcija genotipa sa drugim izvorima varijabilnosti su značajni, što predstavlja dobar preduslov za ocenu varijabilnosti, stabilnosti i korelativnih odnosa.

Tabele 5. Analiza uticaja faktora i njihove interakcija na varijabilnost ispitivanih osobina linija kukuruza

Faktori i interakcije	Oznake	df	Broj redova zrna	Broj zrna u redu	Masa 100 zrna	Prinos	Visina biljke	Visina klipa
Ponavljanje		2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Godina (Y)	A	1	*	**	**	ns	**	ns
Lokacija (L)	B	1	**	**	**	**	ns	**
Y x L	AxB	1	ns	**	**	**		**
Tretman (T)	C	3	ns	**	**	**	**	**
Y x T	AxC	3	**	ns	*	**	**	ns
L x T	BxC	3	ns	*	**	**	ns	ns
Y x T x L	AxBxC	3	ns	ns	**	**	ns	ns
Genotip (G)	D	5	**	**	**	**	**	**
Y x G	AxD	5	ns	ns	**	ns	ns	ns
L x G	BxD	5	**	**	**	**	**	ns
Y x L x G	AxBxD	5	ns	**	**	ns	**	**
T x G	CxD	15	ns	**	**	**	ns	ns
Y x T x G	AxCxD	15	*	**	**	**	ns	ns
L x T x G	BxCxD	15	*	**	**	**	ns	ns
Y x L x T x G	AxBxCxD	15	**	**	**	**	ns	ns
Total sume kvadrata			1103	5371,1	13714	2,33E+08	69550	19082
Koeficijent varijacije (%)			9,04	6,33	7,85	6,84	6,38	10,43
LSD _{0,05}			0,31	0,47	0,72	74,5	3,23	1,86
LSD _{0,01}			0,41	0,62	0,95	98,3	4,26	2,46

ns - faktor ili interakcija nisu znacajni

* - znacajnost pri p<0.05

** - znacajnost pri p<0.01

Testiranje značajnosti sredine kvadrata različitih izvora varijabilnosti ukazalo je na visoko značajan udeo genotipova u ukupnom variranju svih ispitivanih osobina kako kod linija tako i kod hibrida. Takođe, treba napomenuti da su pojedini izvori varijabilnosti i interakcije bile u većem stepenu značajnije za linije nego za hibride. Ovako dobijene vrednosti sredine kvadrata upućuju na potrebu analize ispitivanih osobina kroz utvrđivanje stabilnosti svakog pojedinačnog genotipa kako zbog proizvodnje tako i zbog mogućnosti uključenja u dalje programe oplemenjivanja kukuruza.

Tabele 6. Analiza uticaja faktora i njihove interakcija na varijabilnost ispitivanih osobina hibrida kukuruza

Faktori i interakcije	Oznake	df	Broj redova zrna	Broj zrna u redu	Masa 100 zrna	Prinos	Visina biljke	Visina klipa
Ponavljjanje		2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Godina (Y)	A	1	ns	ns	**	ns	**	**
Lokacija (L)	B	1	ns	ns	ns	**	**	**
Y x L	AxB	1	ns	ns	**	**	**	**
Tretman (T)	C	3	**	**	**	**	**	**
Y x T	AxC	3	ns	*	**	**	**	**
L x T	BxC	3	ns	ns	ns	ns	**	**
Y x T x L	AxBxC	3	ns	ns	ns	**	*	**
Genotip (G)	D	5	**	**	**	**	**	**
Y x G	AxD	5	ns	ns	**	**	**	**
L x G	BxD	5	**	ns	*	**	**	**
Y x L x G	AxBxD	5	ns	ns	*	*	*	**
T x G	CxD	15	ns	ns	**	**	**	**
Y x T x G	AxCxD	15	*	ns	**	**	**	**
L x T x G	BxCxD	15	ns	ns	**	*	ns	**
Y x L x T x G	AxBxCxD	15	ns	ns	**	*	*	**
Total sume kvadrata			436,65	2061,25	7599,5	4,81E+08	125421	25174
Koeficijent varijacije (%)			7,18	4,55	6,54	5,72	2,23	2,28
LSD _{0,05}			0,30	0,60	0,79	164,8	1,51	0,62
LSD _{0,01}			0,40	0,76	1,05	217,4	1,99	0,81

ns - faktor ili interakcija nisu značajni

* - značajnost pri $p < 0.05$

** - značajnost pri $p < 0.01$

6.1.2.Srednje vrednosti ispitivanih osobina

6.1.2.1.Srednje vrednost ispitivanih osobine linija

U tabeli 7 su prikazane srednje vrednostia zbirno za sve godine, lokacije i tretmane linija kukuruza za broj redova zrna. Broj redova se kretao od $10,08 \pm 1,784$ (L-2) do maksimalnog broja redova zrna $13,88 \pm 1,160$ (L-5). Relativno nizak koeficijent varijacije utvrđen je kod linija L-5 i L-6, što ukazuje na značajan uticaj genetičke osnove na variranje ove osobine tj. visoku heritabilnosti. Za ostale linije može se pretpostaviti da je uticaj ekoloških faktora na variranje ove osobine značajnije.

Tabela 7. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije broja redova zrna ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Broj redova zrna				
Genotip	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
L-1	10,50	1,337	0,1930	12,73
L-2	10,08	1,784	0,2576	17,70
L-3	12,10	1,292	0,1865	10,68
L-4	13,00	1,353	0,1952	10,41
L-5	13,88	1,160	0,1674	8,361
L-6	13,42	1,048	0,1513	7,815

U tabeli 8 su prikazane prosečne vrednosti broja zrna u redu ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije gde se vidi da je najveći broj zrna u redu linija kukuruza dala linija L-5 ($28,98 \pm 2,207$), a najmanji broj zrna u redu je imala linija L-2 ($21,65 \pm 4,285$). Najniži koeficijent variranja su imale linija L-5 i L-3 (7,62%, odnosno 9,54%), što može biti posledica niskog uticaja faktora spoljašnje sredine i visoke homogenosti i homozigotnosti kod ovih linija. Nizak nivo uticaja faktora spoljašnje sredine ukazuje na visok značaj genetičke osnove u nasleđivanju ove osobine ispitivanih linija. Ostale linije su imale značajno viši vrednosti koeficijenata varijacije.

Masa 100 zrna dosta je varirala kod ispitivanih linija kukuruza (tabela 9) i kretala se od $24,63 \pm 5,561$ g kod linije L-2, pa do $38,06 \pm 3,290$ g kod linije L-5. Visok koeficijent varijacije primećen je kod linija od L-1 do L-4 (18,31%, 22,58%, 12,42%, 11,95%) i u tom slučaju možemo govoriti o uticaju ekoloških faktora, dok kod linija L-5 i L-6 zbog niskog koeficijenta varijacije (8,644%, 7,174%) možemo govoriti o uticaju genetičkih faktora ili većoj stabilnosti ovih linija u konkretnim ekološkim uslovima .

Tabela 8. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije broja zrna u redu ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Broj zrna u redu				
Genotip	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
L-1	22,13	3,711	0,5356	16,77
L-2	21,65	4,285	0,6185	19,80
L-3	26,92	2,567	0,3705	9,54
L-4	27,81	3,106	0,4483	11,17
L-5	28,98	2,207	0,3186	7,62
L-6	28,19	2,863	0,4133	10,16

Tabela 9. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije mase 100 zrna ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Masa 100 zrna (g)				
Genotip	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
L-1	25,42	4,653	0,6716	18,31
L-2	24,63	5,561	0,8026	22,58
L-3	31,35	3,895	0,5622	12,42
L-4	36,19	4,325	0,6243	11,95
L-5	38,06	3,290	0,4749	8,644
L-6	37,58	2,696	0,3892	7,174

Prosečni prinosi ispitivanih linija kukuruza su bili različiti. Najveće vrednosti, kao i pri ispitivanju drugih parametara, zabeležene su kod linije L-5, kod koje je utvrđen prinos $4665 \pm 331,5$ kg/ha. Prinos od $2764 \pm 667,8$ kg/ha je najmanji dobijeni prinos u ispitivanju i utvrđen je kod linije L-2, koja je uglavnom davala najlošije rezultate i pri ispitivanju drugih parametara. Ovo je verovatno posledica uticaja genetičkih faktora i visoke stabilnosti, što potvrđuju i koeficijenti korelacija kod linija L-5 i L-6, dok visok koeficijent varijacije kod linija L-1, L-2, L-3 i L-4 ukazuje na visok uticaj ekoloških faktora. Podaci o prosečnim vrednostima prinosa ispitivanih linija kukuruza prikazani su u tabeli 10.

Kada je u pitanju visinabiljke linija kukuruza, sve ispitivane linije dale su približne rezultate (tabela 5). Razlika u visini između linije sa najmanjom i najvećom visinom je 12,1 cm. Najveća visina utvrđena je kod linije L-4 ($183,2 \pm 13,32$ cm) a najmanja kod linije L-3 ($171,1 \pm 15,02$). Sve ispitivane linije kukuruza imale su nizak koeficijent varijacije (<10%) što ukazuje na uticaj genetipa ili su genetički i ekološki faktori izjednačeni.

Tabela 10. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije prinosa ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Prinos (kg/ha)				
Genotip	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
L-1	2910	531,5	76,71	18,26
L-2	2764	667,8	96,39	24,16
L-3	3830	484,7	69,96	12,66
L-4	4345	601,6	86,83	13,85
L-5	4665	331,5	47,85	7,106
L-6	4445	360,6	52,04	8,112

Tabela 11. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije visine biljaka ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Visina biljaka (cm)				
Genotip	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
L-1	181,9	14,25	2,056	7,831
L-2	181,4	15,38	2,219	8,479
L-3	171,1	15,02	2,168	8,778
L-4	183,2	13,32	1,923	7,270
L-5	175,9	17,10	2,469	9,722
L-6	172,9	14,52	2,096	8,395

Prosečna visina klipa linija kukuruza kretala od $60,35 \pm 8,214$ do $66,02 \pm 7,390$, pri čemu je najniža zabeležena kod linije L-3, a najviša kod linije L-4. Koeficijent varijacije, koji je bio visok, je pokazao da je kod svih ispitivanih linija kukuruza značajan uticaj ekoloških faktora i relativno nizak uticaj genetičkih faktora na ovu osobinu. Podaci o visini klipa ispitivanih linija kukuruza prikazani su u tabeli 12.

Tabela 12. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije visine klipa ispitivanih linija kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Visina klipa				
Genotip	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
L-1	63,40	7,468	1,078	11,78
L-2	63,92	7,830	1,130	12,25
L-3	60,35	8,214	1,186	13,61
L-4	66,02	7,390	1,067	11,19
L-5	62,00	8,602	1,242	13,87
L-6	60,81	8,356	1,206	13,74

Tabela 13. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih linija kukuruza po tretmanima

Broj redova zrna				
Linije	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	K	10,67	0,985	0,2843
	1	10,17	1,586	0,4578
	2	11,17	1,267	0,3658
	3	10,00	1,279	0,3693
L-2	K	10,08	2,021	0,5833
	1	9,92	2,151	0,6211
	2	9,42	1,084	0,3128
	3	10,92	1,564	0,4516
L-3	K	12,25	1,357	0,3917
	1	11,67	1,155	0,3333
	2	12,33	1,073	0,3098
	3	12,17	1,586	0,4578
L-4	K	12,92	1,564	0,4516
	1	12,83	1,467	0,4234
	2	13,25	1,357	0,3917
	3	13,00	1,128	0,3257
L-5	K	13,92	1,165	0,3362
	1	14,17	1,030	0,2973
	2	13,67	1,371	0,3957
	3	13,75	1,138	0,3286
L-6	K	13,50	0,798	0,2303
	1	13,08	0,996	0,2876
	2	13,50	1,382	0,3989
	3	13,58	0,996	0,2876

Broj redova zrna linija kukuruza nije značajno varirao po tretmanima (tabela 13). Najveće varijacije između tretmana su bile kod linije L-2 koja je ostvarila najviši broj redova zrna ($10,92 \pm 1,564$) pri drugom tretmanu a najmanje pri prvom tretmanu ($9,42 \pm 1,084$). L-4 je linija sa najmanje varijacija po tretmanima, gde se broj redova zrna kretao od $12,83 \pm 1,467$ (T1) do $13,25 \pm 1,357$ (T2). Najveći broj redova zrna kukuruza ostvarila je linija L-5 pri prvom tretmanu ($14,17 \pm 1,030$), a linija L-2 u drugom tretmanu sa $9,42 \pm 1,084$ ostvarila je najlošiji rezultat.

Na osnovu podataka o broju zrna u redu linija kukuruza koji su prikazani u tabela 14 vidimo da je uglavnom u kontroli kod gotovo svih linija kukuruza broj zrna u redu bio najviši, osim kod linije L-2 gde je sa prosečno $24,08 \pm 3,965$ zrna u redu pri trećem tretmanu broj zrna bio najveći od svih tretmana. Maksimalan broj zrna u redu dala je linija L-5 u kontroli ($29,92 \pm 1,832$) a najmanji broj zrna zabeležen je pri drugom tretmanu kod linije L-2 ($19,25 \pm 3,137$).

Sa maksimalnih $39,42 \pm 2,644$ g u kontroli, linija L-6 se izdvojila kao linija sa najvećom masom 100 zrna, dok je najmanja masa 100 zrna postignuta pri trećem tretmanu kod linije L-1 i iznosila je $22,08 \pm 8,063$ g. Od svih ispitivanih linija kukuruza, najviše varijacija u masi 100 zrna bilo je kod linije L-1, gde je razlika između kontrole i trećeg tretmana bila 5,59 g, a najmanje su varirale vrednosti kod linije L-4 gde je razlika između tretmana sa maksimalnim i minimalnim vrednostima iznosila 0,66 g (tabela 15).

Tabela 14. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka broja zrna u redu ispitivanih linija kukuruza po tretmanima

Broj zrna u redu				
Linije	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	K	22,92	3,118	0,9000
	1	21,75	4,413	1,2740
	2	22,92	2,151	0,6211
	3	20,92	4,680	1,3510
L-2	K	19,58	4,122	1,1900
	1	23,67	3,750	1,0825
	2	19,25	3,137	0,9056
	3	24,08	3,965	1,1445
L-3	K	28,08	2,234	0,6450
	1	26,67	2,229	0,6435
	2	26,92	2,778	0,8021
	3	26,00	2,828	0,8165
L-4	K	28,58	4,833	1,3951
	1	28,67	2,570	0,7420
	2	26,42	1,929	0,5568
	3	27,58	1,975	0,5702
L-5	K	29,92	1,832	0,5288
	1	29,17	2,209	0,6376
	2	27,75	2,417	0,6977
	3	29,08	2,021	0,5833
L-6	K	29,00	2,594	0,7487
	1	28,17	3,433	0,9911
	2	28,17	2,691	0,7769
	3	27,42	2,811	0,8115

Ispitivane linije kukuruza su pri tretmanima dale različite prinose, koji su prikazani u tabeli 16. Visoke prinose su postigle linije L-4, L-5 i L-6 među kojima se posebno izdvaja linija L-5 sa $4814 \pm 339,1$ kg/ha u kontroli, odnosno $4719 \pm 273,7$ t/ha u prvom tretmanu. Niski prinosi su izmereni kod linija L-1 i L-2, a najniži prosečan prinos je zabeležen u trećem tretmanu kod linije L-1 sa $2605 \pm 562,5$ kg/ha, što je za 2209 kg/ha manje od najveće dobijene vrednosti za ovu osobinu. Što se tiče variranja u prinosu između tretmana u okviru samih linija, najveća

varijacija je primećena kod linije L-1 sa razlikom od 471 kg/ha između drugog i trećeg tretmana.

Sve ispitivane linije kukuruza su bile visine koja je karakteristična za inbred linije, i kod svih ispitivanih linija prvi tretman je dao najbolje rezultate, tj. biljke su bile najveće visine.

Tabela 15. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka mase 100 zrna ispitivanih linija kukuruza po tretmanima

Masa 100 zrna (g)				
Linije	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	K	27,67	6,753	1,379
	1	26,17	8,209	1,676
	2	25,75	7,755	1,583
	3	22,08	8,063	1,646
L-2	K	25,17	7,837	1,600
	1	24,08	8,431	1,721
	2	26,58	9,168	1,871
	3	22,67	5,165	1,054
L-3	K	31,42	9,026	1,843
	1	28,92	8,314	1,697
	2	33,67	8,847	1,806
	3	31,42	7,939	1,621
L-4	K	36,08	4,963	1,433
	1	36,17	4,764	1,375
	2	35,92	4,963	1,433
	3	36,58	2,778	0,802
L-5	K	38,75	2,179	0,629
	1	38,33	4,599	1,328
	2	36,33	2,188	0,632
	3	38,83	3,326	0,960
L-6	K	39,42	2,644	0,763
	1	36,83	1,528	0,441
	2	37,83	3,243	0,936
	3	36,25	2,221	0,641

L-4 je linija sa najvećom postignutom visinom ($193,4 \pm 11,16$ cm) ali i sa najmanjim variranjem između tretmana, gde je razlika između kontrole sa najvećim prosečnim vrednostima i trećeg tretmana koji je sa najmanjim vrednostima iznosila 19,6 cm. Najveća razlika između kontrole i trećeg tretmana je bile kod linije L-5 (24,3 cm) što se jasno vidi u tabeli 17.

Kao i kod većine drugih mernih parametara, i kod visine klipa kontrola je uglavnom dala najveće vrednosti. Iz tabele 18 se vidi da su izuzetak samo linije L-1 i L-3 gde su maksimalne vrednosti postignute pri prvom tretmanu. Kada je u pitanju visina klipa najbolje

se pokazala linija L-1 koja je postigla veliku visinu klipa i najmanju razliku između kontrole i trećeg tretmana (6,75), dok je ta razliku za visinu klipa kod linije L-5 iznosila 12,25.

Tabela 16. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka prinosa ispitivanih linija kukuruza po tretmanima

Prinos (kg/ha)				
Linije	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	K	3018	417,8	120,6
	1	2940	695,0	200,6
	2	3076	295,7	85,3
	3	2605	562,5	162,4
L-2	K	2636	728,0	210,2
	1	2709	717,7	207,2
	2	2881	685,2	197,8
	3	2828	592,0	170,9
L-3	K	3985	594,4	171,6
	1	3907	556,1	160,5
	2	3838	319,8	92,3
	3	3589	377,7	109,0
L-4	K	4388	749,8	216,4
	1	4299	738,4	213,2
	2	4404	411,6	118,8
	3	4288	507,7	146,6
L-5	K	4814	339,1	97,9
	1	4719	273,7	79,0
	2	4465	320,3	92,5
	3	4662	325,4	93,9
L-6	K	4611	382,7	110,5
	1	4268	219,3	63,3
	2	4528	423,6	122,3
	3	4373	322,5	93,1

Tabela 17. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka visine biljaka ispitivanih linija kukuruza po tretmanima

Visina biljaka (cm)				
Linije	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	K	191,8	13,11	3,786
	1	187,3	14,20	4,100
	2	174,4	11,59	3,345
	3	174,2	9,66	2,788
L-2	K	191,8	13,43	3,877
	1	189,7	13,19	3,809
	2	175,9	9,93	2,867
	3	168,0	11,63	3,357
L-3	K	180,5	10,66	3,079
	1	177,2	16,28	4,699
	2	166,2	10,06	2,905
	3	160,4	14,00	4,042
L-4	K	193,4	11,16	3,220
	1	189,8	13,69	3,952
	2	175,9	8,61	2,485
	3	173,8	7,42	2,143
L-5	K	186,5	13,73	3,965
	1	186,3	15,38	4,440
	2	168,7	11,02	3,182
	3	162,2	14,20	4,099
L-6	K	184,4	10,67	3,081
	1	177,9	13,55	3,911
	2	165,0	9,23	2,666
	3	164,4	14,11	4,074

Tabela 18. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka visine klipa ispitivanih linija kukuruza po tretmanima

Visina klipa				
Linije	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	K	66,25	9,324	2,692
	1	66,42	5,401	1,559
	2	61,25	6,864	1,981
	3	59,67	6,005	1,734
L-2	K	69,08	5,178	1,495
	1	68,00	6,310	1,822
	2	60,83	6,534	1,886
	3	57,75	7,313	2,111
L-3	K	63,50	5,977	1,725
	1	64,67	9,604	2,773
	2	57,75	4,770	1,377
	3	55,50	8,565	2,473
L-4	K	70,75	6,717	1,939
	1	69,42	6,908	1,994
	2	62,83	6,103	1,762
	3	61,08	5,351	1,545
L-5	K	67,67	6,499	1,876
	1	65,25	7,967	2,300
	2	59,67	8,228	2,375
	3	55,42	6,557	1,893
L-6	K	65,17	6,873	1,984
	1	64,58	8,152	2,353
	2	57,50	7,180	2,073
	3	56,00	7,722	2,229

Ispitivane linije kukuruza ostvarile su različit broj redova zrna na različitim lokacijama, što je i prikazano u tabeli 19. Uglavnom su bolji rezultati ostvareni na prvoj lokaciji (Pančevu), izuzetak je samo linija L-6 gde je za prosečno 0,33 više redova zrna ostvareno na drugoj lokaciji (Zemun Polje). Linija L-5 se izdvojila kao linija sa relativno niskom razlikom između lokacija (0,49) ali i sa najvećim brojem redova zrna ($14,17 \pm 1,007$) ostvarenih na prvoj lokaciji.

Tabela 19. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih linija kukuruza po lokacijama

Broj redova zrna				
Linija	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	10,67	1,167	0,2383
	2	10,33	1,494	0,3050
L-2	1	10,67	1,993	0,4068
	2	9,50	1,351	0,2758
L-3	1	12,38	1,096	0,2237
	2	11,83	1,435	0,2928
L-4	1	13,62	0,970	0,1979
	2	12,37	1,408	0,2875
L-5	1	14,17	1,007	0,2056
	2	13,58	1,248	0,2548
L-6	1	13,25	1,225	0,2500
	2	13,58	1,830	0,1694

Tabela 20. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja zrna u redu ispitivanih linija kukuruza po lokacijama

Broj zrna u redu				
Linija	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	24,62	2,374	0,4846
	2	19,63	3,076	0,6279
L-2	1	23,29	2,742	0,5598
	2	20,00	4,934	1,0072
L-3	1	27,21	2,064	0,4213
	2	26,62	3,005	0,6133
L-4	1	28,13	3,194	0,6520
	2	27,50	3,050	0,6226
L-5	1	29,62	1,765	0,3602
	2	28,33	2,444	0,4988
L-6	1	29,17	2,615	0,5339
	2	27,21	2,813	0,5741

Prva lokacija je i kod broja zrna u redu dala bolje rezultate. Najveće razlike u broju zrna u redu između lokacija zabeležene su kod linija L-1 i L-2 sa razlikom od 4,99 odnosno 3,29, i te linije su imale najniže prosečne vrednosti za ovu osobinu. Najmanja razlika između lokacija ispitivanja (0,59) je primećena kod linije L-3 a najveći broj zrna u redu je dala linija L-5 ($29,62 \pm 1,765$; tabela 20).

Tabela 21. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka mase 100 zrna ispitivanih linija kukuruza po lokacijama

Masa 100 zrna (g)				
Linija	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	27,75	4,183	0,8539
	2	23,08	3,922	0,8006
L-2	1	27,79	5,556	1,1341
	2	21,46	3,375	0,6889
L-3	1	31,88	3,468	0,7079
	2	30,83	4,290	0,8757
L-4	1	37,33	4,351	0,8881
	2	35,04	4,070	0,8307
L-5	1	38,00	2,934	0,5989
	2	38,12	3,675	0,7502
L-6	1	37,87	3,026	0,6177
	2	37,29	2,349	0,4796

Linije L-5 i L-6 pokazuju najbolje rezultate i u slučaju mase 100 zrna, te su razlike između lokacija kod ovih linija male, redom 0,120 i 0,558 g, a masa 100 zrna najveća – $38,12 \pm 3,675$ g (Zemun Polje) i $37,87 \pm 3,026$ g (Pančevo; tabela 21). Najveća razlika između lokacija (6,33 g) uočena je kod linije L-2 koja je na drugoj lokaciji ostvarila najmanju masu 100 zrna od svih ispitivanih linija, svega $21,46 \pm 3,375$ g.

Tabela 22. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka prinosa ispitivanih linija kukuruza po lokacijama

Prinos (kg/ha)				
Linija	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	3327	247,8	50,57
	2	2493	390,3	79,68
L-2	1	3248	520,7	106,29
	2	2279	388,2	79,23
L-3	1	4112	370,4	75,61
	2	3548	420,8	85,89
L-4	1	4665	349,2	71,27
	2	4024	635,2	129,66
L-5	1	4829	241,7	49,34
	2	4501	331,8	67,73
L-6	1	4568	371,4	75,81
	2	4322	310,4	63,35

Izbor lokacije je uticao na ostvareni prinos linija kukuruza a podaci su prikazani u tabeli 22. Linije kukuruza sa prve lokacije su dale mnogo veće prinose, a razlike između lokacija su se kretale od 246 kg/ha kod linije L-6 pa sve do 969 kg/ha kod linije L-2. Najveći prinos je

postignut kod linije L-5 ($4829 \pm 241,7$ kg/ha), dok je sa $2279 \pm 388,2$ kg/ha L-2 linija koja je dala najniži prinos.

Tabela 23. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka visine biljaka ispitivanih linija kukuruza po lokacijama

Visina biljaka (cm)				
Linija	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	177,3	11,89	2,426
	2	186,6	15,12	3,086
L-2	1	185,8	15,51	3,166
	2	176,9	14,17	2,892
L-3	1	169,4	16,37	3,342
	2	172,8	13,66	2,789
L-4	1	180,0	11,03	2,252
	2	186,5	14,80	3,022
L-5	1	180,0	16,81	3,432
	2	171,9	16,76	3,421
L-6	1	171,0	15,95	3,255
	2	174,8	13,00	2,653

Visina biljaka je varirala između lokacija. U tabeli 23 se može videti da su linije L-2 i L-5 ostvarile veću visinu na prvoj, dok je ostalim linijama druga lokacija više odgovarala. Sa razlikom između lokacija u visini od 1,9 cm, linija L-5 se pokazala kao linija sa najujednačenijom visinom. Najveću visinu ($186,6 \pm 15,12$ cm) ostvarila je linija L-1 na drugoj lokaciji, kao i najveću razliku između lokacija (9,3 cm).

Tabela 24. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka visine klipa ispitivanih linija kukuruza po lokacijama

Visina klipa				
Linija	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	60,62	5,578	1,139
	2	66,17	8,176	1,669
L-2	1	61,88	8,184	1,671
	2	65,96	7,043	1,438
L-3	1	58,96	6,590	1,345
	2	61,75	9,506	1,940
L-4	1	64,58	8,198	1,673
	2	67,46	6,331	1,292
L-5	1	60,83	8,165	1,667
	2	63,17	9,039	1,845
L-6	1	59,38	8,250	1,684
	2	62,25	8,383	1,711

Na lokaciji broj dva su klipovi bili veće visine kod svih ispitivanih linija kukuruza. Kao što se iz tabele 24 može videti, razlika između lokacija je bila najveća kod linija L-1 (5,55) i L-2 (4,08), dok je kod ostalih linija ta razlika bila relativno ujednačena i kretala se od 2,34 do 2,88. Kao i kod visine biljke, i kod visine klipa najveće rezultate je ostvarila linija L-1 sa visinom klipa od $66,17 \pm 8,176$.

Tabela 25. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih linija kukuruza po godinama

Broj redova zrna				
Linije	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	10,42	1,442	0,2944
	2	10,58	1,248	0,2548
L-2	1	10,00	1,842	0,3759
	2	10,17	1,761	0,3595
L-3	1	11,79	1,250	0,2552
	2	12,42	1,283	0,2618
L-4	1	12,79	1,318	0,2691
	2	13,21	1,382	0,2822
L-5	1	13,75	1,359	0,2775
	2	14,00	0,933	0,1903
L-6	1	13,42	1,100	0,2246
	2	13,42	1,018	0,2078

Razlika između prosečnog broja redova zrna linija kukuruza po godinama (tabela 25) nije bila značajna. Kod svih ispitivanih linija bolji rezultat u pogledu broja redova zrna ostvaren je u drugoj godini. Maksimalna razlika između godina bila je 0,63 kod linije L-3, dok je najmanja razlika zabeležena kod linije L-1 (0,16). Iste rezultate tokom obe godine ispitivanja ostvarila je samo linija L-6, gde je prosečan broj redova bio 13,42.

Tabela 26. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja zrna u redu ispitivanih linija kukuruza po godinama

Broj zrna u redu				
Linije	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	23,79	3,730	0,7613
	2	20,46	2,904	0,5928
L-2	1	23,46	4,374	0,8928
	2	19,83	3,397	0,6933
L-3	1	29,04	1,517	0,3097
	2	24,79	1,318	0,2691
L-4	1	29,71	2,985	0,6093
	2	25,92	1,816	0,3706
L-5	1	30,38	1,555	0,3174
	2	27,58	1,863	0,3803
L-6	1	29,92	1,412	0,2882
	2	26,46	2,919	0,5958

Na osnovu podataka o prosečnom broju zrna u redu linija kukuruza, prikazanih u tabeli 26, vidimo da su prve godine ostvareni bolji rezultati. Najbolje rezultate postigla je linija L-5, kod koje je i razlika između godina bila najmanja (2,8), dok su najlošiji rezultati zabeleženi kod linije L-2. Maksimalna razlika između godina uočena je kod linije L-3, gde je za prosečno 4,25 više zrna u redu bilo u prvoj u odnosu na drugu godinu.

Tabela 27. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka mase 100 zrna ispitivanih linija kukuruza po godinama

Masa 100 zrna (g)				
Linije	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	27,25	4,326	0,8831
	2	22,79	4,559	0,9305
L-2	1	26,46	5,949	1,2143
	2	29,17	3,795	0,7748
L-3	1	33,54	2,570	0,5247
	2	35,67	5,001	1,0209
L-4	1	36,71	3,557	0,7260
	2	36,08	2,918	0,5956
L-5	1	40,04	2,331	0,4758
	2	37,21	2,187	0,4463
L-6	1	37,96	3,127	0,6384
	2	37,96	3,127	0,6384

Sumiranjem rezultata prosečne mase 100 zrna linija kukuruza tokom dve godine, koji su prikazani u tabeli 27, uočeno je da su neke linije bolje rezultate postigle tokom prve, neke tokom druge godine, dok je masa 100 zrna kod linije L-6 bila 37,96 g tokom obe godine

ispitivanja. Sa maksimalnih 4,46 g, kod linije L-1 je uočena najveća razlika između godina, dok je ujednačena masa 100 zrna između godina bila kod linije L-4 sa prosečnom razlikom od 0,63 g. Ovo jasno ukazuje kako na značaj genotipa tako i uticaj ekoloških faktora.

Tabela 28. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška prinosa ispitivanih linija kukuruza po godinama

Prinos (kg/ha)				
Linije	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	2854	506,0	103,3
	2	2966	560,8	114,5
L-2	1	2687	673,2	137,4
	2	2841	667,7	136,3
L-3	1	3800	433,7	88,5
	2	3860	538,7	110,0
L-4	1	4338	572,8	116,9
	2	4352	641,3	130,9
L-5	1	4688	381,0	77,8
	2	4642	279,8	57,1
L-6	1	4432	382,2	78,0
	2	4459	345,3	70,5

U pogledu prinosa po godinama, ispitivane linije su dale različite rezultate (tabeli 28). Najniži prinos i najveće razlike između godina su postigle linije L-1 i L-2, dok su ostale linije postigle nešto veći prinos, a razlika između godina je bila manja. Najveća razlika je primećena kod linije L-2 koja je za 154 kg/ha dala veći prinos druge, u odnosu na prvu godinu. Među linijama sa najvišim prinosom izdvaja se linija L-5, čiji je prinos bio 4688 kg/ha prve, odnosno 4642 kg/ha druge godine. Sa razlikom u prinosu između godina od 14 kg/ha je bila linija L-4 te je imala najujednačeniji prinos.

Tabela 29. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška visine biljaka linija kukuruza po godinama

Visina biljaka (cm)				
Linije	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	181,9	16,67	3,403
	2	182,0	11,70	2,389
L-2	1	185,6	15,90	3,246
	2	177,1	13,87	2,830
L-3	1	171,5	17,22	3,516
	2	170,8	12,81	2,614
L-4	1	187,7	14,44	2,949
	2	178,8	10,59	2,161
L-5	1	179,6	19,67	4,014
	2	172,3	13,54	2,764
L-6	1	175,4	16,48	3,364
	2	170,5	12,10	2,469

Uočena je različita visina biljaka linija kukuruza po godinama a podaci su prikazani u tabeli 29. Najveću visinu biljke ostvarila je linija L-1 kod koje je bila i najmanja razlika između godina (0,1 cm). Kod ostalih linija kukuruza razlike u visini između godina su bile veće, pa je tako najveća razlika (8,9 cm) primećena kod linije L-4, koja je u prvoj godini dala bolje rezultate u odnosu na drugu, kada je ova osobina u pitanju.

Tabela 30. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška visine klipa linija kukuruza po godinama

Visina klipa				
Linije	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
L-1	1	62,71	6,753	1,379
	2	64,08	8,209	1,676
L-2	1	64,17	7,755	1,583
	2	63,67	8,063	1,646
L-3	1	58,75	7,837	1,600
	2	61,96	8,431	1,721
L-4	1	66,67	9,168	1,871
	2	65,38	5,165	1,054
L-5	1	61,46	9,026	1,843
	2	62,54	8,314	1,697
L-6	1	60,00	8,847	1,806
	2	61,62	7,939	1,621

U tabeli 30 su prikazane vrednosti visine klipa tokom dve godine ispitivanja. Linije L-2 i L-4 su ostvarile bolje rezultate tokom prve godine ispitivanja, dok su ostale linije u drugoj godini imale veće vrednosti prosečne vrednosti visine klipa. Razlika između godina kretala se

od 0,5 kod linije L-2 pa sve do 3,21 koliko je kod linije L-3 ostvareno više u drugoj u odnosu na prvu godinu.

6.1.2.2.Srednje vrednost ispitivanih osobine hibrida

Tabela 31. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije broja redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Broj redova zrna				
Hibrid	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
ZP 434	14,90	1,189	0,172	7,984
ZP 505	14,56	1,236	0,178	8,488
ZP 560	14,48	1,130	0,163	7,802
ZP 600	14,58	1,217	0,176	8,348
ZP 606	15,60	1,180	0,170	7,564
ZP 684	14,58	1,127	0,163	7,726

ZP hibridi su imali zadovoljavajući broj redova zrna na klipju. Prosečan broj redova zrna na klipju hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije (tabeli 31) kretao se od $14,48 \pm 1,130$ kod hibrida ZP 560 do $15,60 \pm 1,180$ kod hibrida ZP 606. Kod svih ispitivanih hibrida koeficijent varijacije je bio relativno nizak (7,564 – 8,488 %) što ukazuje na genetičku homogenost sa jedne strane i ujednačen uticaj genetičkih i ekoloških faktora tokom ispitivanja.

Tabela 32. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije broja zrna u redu ispitivanih hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Broj zrna u redu				
Hibrid	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
ZP 434	42,67	2,253	0,325	5,282
ZP 505	43,46	2,568	0,371	5,909
ZP 560	43,50	2,903	0,419	6,673
ZP 600	46,17	2,364	0,341	5,121
ZP 606	45,90	1,716	0,248	3,740
ZP 684	44,54	2,221	0,321	4,987

Na osnovu rezultata prikazanih za broj zrna u redu hibrida kukuruza zbirno za sve godine, tretmane i lokacije zajedno sa standardnom devijacijom, standardnom greškom proseka i koeficijentom varijacije u tabeli 32, može se videti da je najveći broj zrna u jednom redu bio kod hibrida ZP 600, prosečno $46,17 \pm 2,364$, dok je prosečno najmanji broj zrna u redu bio kod

hibrida ZP 434 ($42,67 \pm 2,253$). Koeficijent varijacije je bio nizak kod svih ispitivanih hibrida, od 3,740% kod hibrida ZP 606 do 6,673% kod hibrida ZP 560, što ukazuje na veliku homogenost ispitivanih hibrida i relativno nizak uticaj faktora spoljašnje sredine na ovu osobinu.

Tabela 33. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije mase 100 zrna ispitivanih hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Masa 100 zrna (g)				
Hibrid	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
ZP 434	37,63	2,856	0,412	7,590
ZP 505	40,02	3,582	0,517	8,950
ZP 560	40,31	3,668	0,529	9,099
ZP 600	46,71	4,042	0,583	8,654
ZP 606	45,60	4,739	0,684	10,39
ZP 684	44,98	4,339	0,626	9,647

Podaci o prosečnoj masi 100 zrna kod hibrida kukuruza iz tabele 33, pokazuju da su ZP hibridi imali zadovoljavajuću težinu 100 semena, gde se posebno ističu hibridi iz FAO grupe 600. Najveća prosečna masa 100 zrna zabeležena je kod hibrida ZP 600 ($46,71 \pm 4,042$ g), dok je najmanja masa 100 zrna zabeležena kod hibrida ZP 434, prosečno $37,63 \pm 2,856$ g. Visok koeficijent varijacije primećen je samo kod hibrida ZP 606 (10,39%) pa u tom slučaju možemo govoriti o značajnijem uticaju ekoloških faktora.

Tabela 34. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije prinosa ispitivanih hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Prinos (kg/ha)				
Hibrid	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
ZP 434	9282	1011	145,9	10,89
ZP 505	9405	585	84,43	6,220
ZP 560	9362	974	140,6	10,40
ZP 600	11225	1185	171,1	10,56
ZP 606	11153	1167	168,5	10,47
ZP 684	10290	981,2	141,6	9,535

U pogledu prosečnih prinosa za sve godine, tretmane i lokacije, ZP hibridi su dali dobre prinose. U tabeli 34 prikazani su podaci za svaki pojedinačni hibrid (zajedno sa standardnom devijacijom, standardnom greškom proseka i koeficijentom varijacije) iz kojih se jasno vidi da su najbolje prinose dali hibridi iz FAO grupe 600, među kojima je najveći prosečni prinos dao hibrid ZP 600 (11225 ± 1185 kg/ha). Kod skoro svih ispitivanih hibrida (osim ZP 505), koeficijent varijacije je bio visok, te se smatra da je u pitanju značajan uticaj ekoloških faktora tj. nizak nivo heritabilnosti za ovu osobinu.

Tabela 35. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije visine biljaka ispitivanih hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Visina biljke (cm)				
Hibrid	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
ZP 434	228,7	11,67	1,684	5,103
ZP 505	223,5	16,79	2,424	7,513
ZP 560	231,3	14,75	2,130	6,379
ZP 600	256,0	23,48	3,390	9,174
ZP 606	251,2	20,39	2,942	8,116
ZP 684	235,3	14,24	2,056	6,053

Svi ispitivani hibridi kukuruza su značajno viši od ispitivanih inbred linija. Prosečna visina hibrida ZP 505 bila je $223,5 \pm 16,79$ cm, koji se pokazao kao najniži, dok je najveća visina utvrđena kod hibrida ZP 600, prosečno $256 \pm 23,48$ cm (tabela 35). Na osnovu vrednosti koeficijentata varijacije može se pretpostaviti da je visoka vrednost heritabilnosti karakteristična za ovu osobinu (relativno nizak, ispod 10%).

Tabela 36. Prosečne vrednosti, standardna devijacija, standardna greška proseka i koeficijent varijacije visine klipa ispitivanih hibrida kukuruza za sve godine, tretmane i lokacije

Visina klipa				
Hibrid	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka	CV (%)
ZP 434	99,29	8,341	1,204	8,401
ZP 505	89,29	8,272	1,194	9,264
ZP 560	89,96	9,146	1,320	10,170
ZP 600	100,4	8,831	1,275	8,796
ZP 606	98,5	7,635	1,102	7,752
ZP 684	92,69	7,206	1,040	7,774

Prosečna visina klipa hibrida kukuruza kretala od $89,29 \pm 8,272$ do $100,4 \pm 8,831$, pri čemu je najniža zabeležena kod hibrida ZP 505, a najviša kod hibrida ZP 600. Koeficijent varijacije je varirao od 7,752% (ZP 606) do 10,17% (ZP 560). Samo kod hibrida ZP 560 koeficijent korelacije prelazi 10%. Podaci o visini klipa ispitivanih hibrida kukuruza prikazani su u tabeli 36.

Tabela 37. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza po godinama

Broj redova zrna				
Hibridi	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	14,92	1,176	0,2401
	2	14,88	1,227	0,2505
ZP 505	1	14,33	1,404	0,2866
	2	14,79	1,021	0,2083
ZP 560	1	14,71	1,122	0,2290
	2	14,25	1,113	0,2272
ZP 600	1	14,83	1,167	0,2383
	2	14,33	1,239	0,2530
ZP 606	1	15,75	1,073	0,2191
	2	15,46	1,285	0,2622
ZP 684	1	14,42	1,018	0,2078
	2	14,75	1,225	0,2500

Prosečan broj redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza po godinama bio je relativno ujednačen. Podaci koji su prikazani u tabeli 37 pokazuju da je uglavnom u prvoj godini postignut bolji rezultat. Iako su razlike neznatne, najveća razlika je primećena kod hibrida ZP 600.

Tabela 38. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja zrna u redu ispitivanih hibrida kukuruza po godinama

Broj zrna u redu				
Hibridi	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	42,29	2,349	0,4796
	2	43,04	2,136	0,4361
ZP 505	1	43,42	2,636	0,5381
	2	43,50	2,554	0,5213
ZP 560	1	43,46	3,021	0,6167
	2	43,54	2,843	0,5804
ZP 600	1	46,04	2,694	0,5500
	2	46,29	2,032	0,4148
ZP 606	1	45,75	2,027	0,4138
	2	46,04	1,367	0,2790
ZP 684	1	44,58	1,692	0,3453
	2	44,50	2,687	0,5484

Neznatne razlike po godinama primećene su i kod broja zrna u redu, s tim što su, za razliku od broja redova u klipu, druge godine bili bolji rezultati. Kako se jasno vidi u tabeli 38, najveća razlika je primećena kod hibrida ZP 434 (0,75) i ZP 606 (0,71), dok su kod ostalih hibrida razlike bile manje.

Tabela 39. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka mase 100 zrna ispitivanih hibrida kukuruza po godinama

Masa 100 zrna (g)				
Hibridi	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	38,29	3,057	0,6240
	2	36,96	2,528	0,5160
ZP 505	1	39,50	2,106	0,4299
	2	40,54	4,606	0,9402
ZP 560	1	40,00	2,519	0,5143
	2	40,62	4,576	0,9341
ZP 600	1	45,46	3,989	0,8142
	2	47,96	3,770	0,7696
ZP 606	1	45,08	4,403	0,8987
	2	46,12	5,093	1,0396
ZP 684	1	42,87	2,692	0,5494
	2	47,08	4,690	0,9573

Ispitujući prosečnu masu 100 zrna hibrida kukuruza tokom dve godine (tabela 39), utvrđeno je da su razlike po godinama bile različite u zavisnosti od hibrida. Kod većine hibrida je tokom druge godine ispitivanja zabeležena veća masa 100 zrna, a razlike su se kretale od 0,62 g kod hibrida ZP 560 pa sve do 4,21 g koliko je izmereno kod hibrida ZP 684.

Tabela 40. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka prinosa ispitivanih hibrida kukuruza po godinama

Prinos (kg/ha)				
Hibridi	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	9130	865,4	176,7
	2	9434	1136,5	232,0
ZP 505	1	9236	505,0	103,1
	2	9573	620,6	126,7
ZP 560	1	9622	1050,6	214,4
	2	9102	833,2	170,1
ZP 600	1	11064	1248,6	254,9
	2	11387	1120,8	228,8
ZP 606	1	11343	1247,8	254,7
	2	10963	1073,2	219,1
ZP 684	1	10094	689,0	140,7
	2	10487	1188,4	242,6

Sumiranjem rezultata prosečnih vrednosti prinosa hibrida kukuruza tokom dve godine, koji su prikazani u tabeli 40, uočeno je da su uglavnom veći prinosi ostvareni tokom druge godine, pri čemu su izuzeci hibridi ZP 560 i ZP 606. Razlika u prosečnom prinosu je dostizala i preko pola tone po hektaru, kod hibrida ZP 560 gde je prve godine ostvareno 520 kg/ha više u odnosu na drugu godinu, dok je kod drugih hibrida ta razlika bila manja i kretala se od 304 kg/ha (ZP 434) do 393 kg/ha (ZP 684).

Tabela 41. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška visine biljaka ispitivanih hibrida kukuruza po godinama

Visina biljke (cm)				
Hibridi	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	235,9	9,55	1,949
	2	221,5	8,84	1,804
ZP 505	1	233,8	13,55	2,765
	2	213,2	13,14	2,682
ZP 560	1	243,3	9,55	1,949
	2	219,3	7,22	1,474
ZP 600	1	276,8	12,48	2,548
	2	235,2	8,20	1,673
ZP 606	1	268,7	11,24	2,293
	2	233,7	9,24	1,886
ZP 684	1	241,0	11,71	2,391
	2	229,6	14,47	2,954

Kada je prosečna visina hibrida kukuruza u pitanju, u tabeli 41 jasno se vidi da su tokom prve godine ostvarene veće vrednosti kod svih hibrida. Razlike po godinama kod nekih hibrida su bile nezatne, kao što je to slučaj sa hibridima ZP 684 i ZP 434 gde je razlika u visini bila 11,4 odnosno 14,4 cm, dok su znatne razlike u visini uočene kod hibrida ZP 600 (41,6 cm).

Tabela 42. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška visine klipa ispitivanih hibrida kukuruza po godinama

Visina klipa (cm)				
Hibridi	Godine	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	98,00	7,187	1,467
	2	100,58	9,329	1,904
ZP 505	1	90,21	5,556	1,134
	2	88,38	10,354	2,113
ZP 560	1	92,25	7,195	1,469
	2	87,67	10,403	2,124
ZP 600	1	97,75	6,739	1,376
	2	103,04	9,967	2,035
ZP 606	1	97,04	6,252	1,276
	2	99,96	8,695	1,775
ZP 684	1	92,50	6,413	1,309
	2	92,87	8,056	1,644

Zabeležena je različita visina klipa hibrida kukuruza po godinama i prikazana u tabela 42. Polovina ispitivanih hibrida je dala bolje rezultate u prvoj, dok je druga polovina bolje rezultate dala u drugoj godini ispitivanja. Najniža prosečna vrednost kao i najmanja razlika između godina zabeležena je kod hibrida ZP 505 (1,83cm), dok su najviše prosečne vrednosti ali i najveća razlika između godina zabeležena kod hibrida ZP 600 (5,29cm).

Tabela 43. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza po lokacijama

Broj redova zrna				
Genotip	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	14,83	1,308	0,2669
	2	14,96	1,083	0,2210
ZP 505	1	15,08	1,176	0,2401
	2	14,04	1,083	0,2210
ZP 560	1	14,38	1,135	0,2317
	2	14,58	1,139	0,2325
ZP 600	1	14,25	1,359	0,2775
	2	14,92	0,974	0,1989
ZP 606	1	15,33	1,274	0,2601
	2	15,88	1,035	0,2112
ZP 684	1	14,58	1,381	0,2818
	2	14,58	0,830	0,1694

Posmatrajući razlike u broju redova zrna hibrida po lokacijama, koje su prikazane u tabeli 43, možemo videti da jedino kod hibrida ZP 684 nije postojala razlika između lokacija, te je broj redova zrna u oba slučaja bio prosečno 14,58, a varirala je samo standardna devijacija.

Najveće razlike u lokacijama uočene su kod hibrida ZP 505, gde je razlika bila 1,04. Generalno, veći broj redova zrna hibrida ostvaren je na lokaciji broj dva (Zemun Polje).

Tabela 44. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka broja zrna u redu ispitivanih hibrida kukuruza po lokacijama

Broj zrna u redu				
Genotip	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	42,58	2,535	0,5175
	2	42,75	1,984	0,4049
ZP 505	1	44,04	3,014	0,6153
	2	42,88	1,918	0,3915
ZP 560	1	43,88	2,740	0,5592
	2	43,12	3,069	0,6264
ZP 600	1	46,04	2,678	0,5467
	2	46,29	2,053	0,4191
ZP 606	1	45,75	1,391	0,2839
	2	46,04	2,010	0,4104
ZP 684	1	44,50	2,735	0,5582
	2	44,58	1,613	0,3292

Neznatne razlike između lokacija su primećene kod svih hibrida kukuruza, kada je broj zrna u redu u pitanju. Podaci koji su prikazani u tabeli 44 pokazuju da je samo kod hibrida ZP 505 prosečna razlika u broju zrna u redu bila veća od 1 (1,16), dok se kod svih ostalih hibrida kretala od 0,08 do 0,76. Najmanja razlika u broju zrna u redu hibrida između lokacija ostvarena je kod hibrida ZP 684.

Tabela 45. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka mase 100 zrna ispitivanih hibrida kukuruza po lokacijama

Masa 100 zrna (g)				
Genotip	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	36,58	2,933	0,5987
	2	38,67	2,408	0,4915
ZP 505	1	40,75	4,296	0,8769
	2	39,29	2,579	0,5264
ZP 560	1	40,79	4,107	0,8383
	2	39,83	3,185	0,6502
ZP 600	1	46,58	4,138	0,8447
	2	46,83	4,029	0,8224
ZP 606	1	45,54	4,863	0,9927
	2	45,67	4,715	0,9625
ZP 684	1	45,83	4,869	0,9939
	2	44,13	3,639	0,7429

Izabrane lokacije nisu značajno uticale na masu 100 zrna, te je najbolje rezultate zabeležio hibrid ZP 600 sa prosečno $46,58 \pm 4,138$ i $46,83 \pm 4,029$ g na prvoj odnosno drugoj lokaciji. Najmanju masu 100 zrna imao je hibrid ZP 434, a razlika između lokacija kod ovog hibrida je bila najveća (2,09 g), kao što se vidi u tabeli 45. Sa 0,13 i 0,25 g, koliko su iznosile razlike u masi 100 zrna između lokacija, hibridi ZP 606 i ZP 600 su pokazali najmanja odstupanja.

Tabela 46. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka prinosa ispitivanih hibrida kukuruza po lokacijama

Prinos (kg/ha)				
Genotip	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	8562	717,2	146,4
	2	10002	702,0	143,3
ZP 505	1	9331	645,2	131,7
	2	9478	521,2	106,4
ZP 560	1	9355	930,8	190,0
	2	9369	1035,5	211,4
ZP 600	1	10704	1066,0	217,6
	2	11746	1080,1	220,5
ZP 606	1	10650	1135,5	231,8
	2	11656	982,7	200,6
ZP 684	1	10058	1077,8	220,0
	2	10523	832,5	169,9

Poredeći prinose ispitivanih hibrida kukuruza sa kolacija Pančevo i Zemun Polje, jasno se vidi (tabela 46) da su na drugoj lokaciji svi hibridi dali veće prinose, a razlika u prinosu između lokacija se kretala čak do 1440 kg/ha (hibrid ZP 434). Pored hibrida ZP 434, velika razlika u prinosu između lokacija je utvrđena i kod hibrida ZP 600 i ZP 606 sa preko 1000 kg/ha, dok su hibridi iz FAO grupe 500 imali ujednačene prinose (ZP 560 - 14 kg/ha i ZP 505 - 147 kg/ha).

Tabela 47. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka visine biljaka ispitivanih hibrida kukuruza po lokacijama

Visina biljaka (cm)				
Genotip	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	227,3	14,10	2,879
	2	230,0	8,69	1,774
ZP 505	1	218,8	19,19	3,917
	2	228,2	12,74	2,600
ZP 560	1	227,4	16,52	3,372
	2	235,2	11,85	2,418
ZP 600	1	258,3	27,50	5,613
	2	253,6	18,95	3,869
ZP 606	1	250,3	20,46	4,176
	2	252,1	20,71	4,228
ZP 684	1	234,7	17,02	3,474
	2	236,0	11,14	2,273

Visina biljaka hibrida nije značajno varirala između lokacija, iako je bila za nijansu veća na drugoj lokaciji kod gotovo svih hibrida (osim ZP 600). Najveće razlike u visini biljaka bile su kod hibrida iz FAO grupe 500, iako ni te vrednosti nisu prelazile 10 cm, dok je najmanja razlika između lokacija uočena kod hibrida ZP 606 i ZP 684 i iznosila je 1,8 odnosno 1,3 cm (tabeli 47).

Tabela 48. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka visine klipa ispitivanih hibrida kukuruza po lokacijama

Visina klipa				
Genotip	Lokacija	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	1	97,38	7,660	1,564
	2	101,21	8,708	1,777
ZP 505	1	84,46	7,751	1,582
	2	94,12	5,566	1,136
ZP 560	1	84,04	6,389	1,304
	2	95,88	7,555	1,542
ZP 600	1	97,42	8,225	1,679
	2	103,38	8,556	1,746
ZP 606	1	94,96	5,699	1,163
	2	102,04	7,777	1,587
ZP 684	1	90,21	6,821	1,392
	2	95,17	6,838	1,396

FAO grupa 500 je i kod visine klipa hibrida kukuruza imala najveće vrednosti kada je razlika između lokacija u pitanju, i te razlike su bile 9,66 i 11,76 kod hibrida ZP 505 odnosno ZP 560. Podaci prikazani u tabeli 48 pokazuju da su vrednosti razlike u visini klipova po lokacijama bile: ZP 434 < ZP 684 < ZP 600 < ZP 606 < ZP 505 < ZP 560.

Tabela 49. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima

Broj redova zrna				
Hibridi	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	K	15,33	0,888	0,2562
	1	15,25	1,055	0,3046
	2	14,83	1,267	0,3658
	3	14,17	1,267	0,3658
ZP 505	K	15,00	1,537	0,4438
	1	14,58	1,505	0,4345
	2	14,58	0,996	0,2876
	3	14,08	0,669	0,1930
ZP 560	K	14,25	1,288	0,3718
	1	14,75	1,215	0,3509
	2	14,58	0,793	0,2289
	3	14,33	1,231	0,3553
ZP 600	K	14,67	1,073	0,3098
	1	14,33	1,371	0,3957
	2	14,75	1,357	0,3917
	3	14,58	1,165	0,3362
ZP 606	K	16,08	1,165	0,3362
	1	15,50	1,168	0,3371
	2	15,83	0,718	0,2072
	3	15,00	1,414	0,4082
ZP 684	K	15,17	0,937	0,2706
	1	14,75	1,055	0,3046
	2	14,58	0,900	0,2599
	3	13,83	1,267	0,3658

Posmatrajući tabeli 49 gde su prikazane prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka broja redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima, možemo zaključiti da su uglavnom kod svih hibrida najbolji rezultati ostvareni u kontroli. Najmanja razlika između tretmana zabeležena je kod hibrida ZP 600, gde je najbolji rezultat ostvaren u drugom tretmanu ($14,75 \pm 1,357$), a najlošiji u prvom tretmanu ($14,33 \pm 1,371$). Najveća razlika između tretmana utvrđena je kod hibrida ZP 684 (1,34) koji je najbolji rezultat ($15,17 \pm 0,937$) dao u kontroli, a najlošiji ($13,83 \pm 1,267$) u trećem tretmanu.

Tabela 50. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka broja zrna u redu ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima

Broj zrna u redu				
Hibridi	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	K	44,17	1,267	0,3658
	1	43,50	1,931	0,5573
	2	42,17	2,038	0,5882
	3	40,83	2,250	0,6494
ZP 505	K	44,83	2,250	0,6494
	1	44,92	2,151	0,6211
	2	42,75	1,485	0,4286
	3	41,33	2,535	0,7317
ZP 560	K	44,75	1,603	0,4626
	1	45,25	2,800	0,8083
	2	41,67	2,387	0,6890
	3	42,33	3,114	0,8989
ZP 600	K	47,75	2,454	0,7084
	1	46,58	2,275	0,6566
	2	45,08	2,193	0,6332
	3	45,25	1,658	0,4787
ZP 606	K	46,92	1,621	0,4680
	1	46,25	1,485	0,4286
	2	45,75	1,288	0,3718
	3	44,67	1,775	0,5125
ZP 684	K	45,50	1,883	0,5436
	1	44,08	2,314	0,6681
	2	45,33	1,723	0,4975
	4	43,25	2,340	0,6756

Kao i kod broja redova zrna ispitivanih hibrida kukuruza, kontola je dala najbolje rezultate i kod broja zrna u redu. Razlike u tretmanima su bile različite u zavisnosti od hibrida i kretale su se od 2,25 (ZP 684 i ZP 606) do 3,58 (ZP 560). Najveći prosečan broj zrna u redu dao je hibrid ZP 600, sa maksimalnih $47,75 \pm 2,454$ u kontroli i minimalnih $45,25 \pm 1,658$ zrna u trećem tretmanu, dok je najmanji prosečan broj zrna u redu dao hibrid ZP 434 koji je u kontroli imao maksimalni ($44,17 \pm 1,267$) a u trećem tretmanu minimalni ($40,83 \pm 2,250$) broj zrna u redu. Svi podaci su prikazani u tabeli 50.

Tabela 51. Prosečne vrednosti, standardna devijacija i standardna greška proseka mase 100 zrna ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima

Masa 100 zrna (g)				
Hibridi	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	K	38,67	2,015	0,582
	1	38,42	2,906	0,839
	2	37,08	2,746	0,793
	3	36,33	3,284	0,948
ZP 505	K	40,33	2,708	0,782
	1	41,33	3,420	0,987
	2	40,83	3,996	1,154
	3	37,58	3,260	0,941
ZP 560	K	40,92	2,234	0,645
	1	40,83	2,517	0,726
	2	38,92	3,423	0,988
	3	40,58	5,616	1,621
ZP 600	K	49,00	3,275	0,945
	1	48,50	3,425	0,989
	2	44,58	3,704	1,069
	3	44,75	3,911	1,129
ZP 606	K	48,17	4,859	1,403
	1	47,67	3,869	1,117
	2	42,58	3,288	0,949
	3	44,00	4,690	1,354
ZP 684	K	47,67	3,651	1,054
	1	46,83	3,639	1,050
	2	43,58	4,100	1,184
	3	41,83	3,538	1,021

Prosečne vrednosti mase 100 zrna hibrida kukuruza (tabela 51) su varirale u zavisnosti od tretmana i ispitivanog hibrida. Velike razlike u masi 100 zrna po tretmanima posebno su bile izražene kod hibrida iz FAO grupe 600, gde se kao hibrid sa najvećom razlikom izdvojio ZP 684, gde je razlika između kontrole (sa najvećim vrednostima) i trećeg tretmana (sa najmanjim vrednostima) bila 5,84 g. Hibrid sa najmanjom razlikom prosečnih vrednosti mase 100 zrna bio je ZP 560 (2 g), kod koga je najbolji rezultat od $40,92 \pm 2,234$ g ostvaren u kontroli, dok je najlošiji rezultat od $38,92 \pm 3,423$ g ostvaren pri drugom tretmanu. Najveća prosečna masa 100 zrna zabeležena je kod hibrida ZP 600 u kontroli ($49 \pm 3,275$ g), a najmanja kod hibrida ZP 434 pri trećem tretmanu ($36,33 \pm 3,284$ g).

Tabela 52. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka prinosa ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima

Prinos (kg/ha)				
Hibridi	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	K	9680	821,6	237,2
	1	9490	935,0	269,9
	2	9080	1010,4	291,7
	3	8877	1163,4	335,9
ZP 505	K	9529	470,1	135,7
	1	9417	358,3	103,4
	2	9614	648,0	187,0
	3	9059	705,3	203,6
ZP 560	K	9520	813,5	234,8
	1	9980	930,1	268,5
	2	8814	750,3	216,6
	3	9134	1065,8	307,7
ZP 600	K	12047	935,5	270,1
	1	11684	893,8	258,0
	2	10395	1097,4	316,8
	3	10775	1088,3	314,2
ZP 606	K	11851	1059,9	306,0
	1	11794	1011,6	292,0
	2	10595	885,7	255,7
	3	10373	952,4	274,9
ZP 684	K	10852	631,3	182,2
	1	10413	831,0	239,9
	2	10151	969,3	279,8
	3	9746	1174,7	339,1

Prosečne vrednosti prinosa hibrida kukuruza po tretmanima su prikazane u tabeli 52. Vrednosti pokazuju da su najveće razlike između tretmana uočene kod hibrida iz FAO grupe 600. Najveći prinosi ali i najveća razlika među tretmanima (1652 kg/ha) zabeležena je kod hibrida ZP 600 sa najvećim prinosom u kontroli (12047±935,5 kg/ha) a najmanjim pri drugom tretmanu (10395±1097,4 kg/ha). Manje razlike u prinosu između tretmana (<1000 kg/ha) bile su kod hibrida ZP 434 i ZP 505, međutim, kod njih su ostvareni i manji prosečni prinosi. Kao hibrid sa najnižim prosečnim prinosom izdvojio se hibrid ZP 560 koji je pri drugom tretmanu ostvario prinos od 8814±750,3 kg/ha. Razlika u prinosu kod tretmana sa maksimalnim prinosom i tretmana sa prinosom koji je imao najniže vrednosti je čak 3233 kg/ha.

Tabela 53. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka visine biljaka ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima

Visina biljaka (cm)				
Hibridi	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	K	236,1	11,36	3,279
	1	235,2	6,95	2,007
	2	225,1	8,59	2,479
	3	218,4	9,80	2,830
ZP 505	K	236,9	10,66	3,076
	1	229,4	18,32	5,288
	2	216,8	9,57	2,763
	3	210,9	14,44	4,168
ZP 560	K	238,5	14,44	4,170
	1	233,6	19,00	5,485
	2	226,8	10,22	2,949
	3	226,4	12,06	3,480
ZP 600	K	266,8	26,84	7,749
	1	259,6	18,85	5,442
	2	252,8	23,10	6,670
	3	244,7	21,30	6,149
ZP 606	K	263,8	18,72	5,403
	1	256,2	21,27	6,141
	2	244,8	15,44	4,458
	3	239,8	18,63	5,378
ZP 684	K	243,8	13,47	3,889
	1	238,2	9,86	2,847
	2	227,9	6,23	1,798
	3	231,5	19,68	5,682

Razlika između tretmana, kada je visina ispitivanih hibrida u pitanju, bila je slična kod svih hibrida i kretala se od 12,1 cm kod hibrida ZP 560 do 26 cm, koliko je iznosila razlika između tretmana sa najvećom i najmanjom visinom kod hibrida ZP 505. Najveća izmerena prosečna visina zabeležena je u kontroli kod hibrida ZP 600 i iznosila je $266,8 \pm 26,84$ cm, a $210,9 \pm 14,44$ cm iznosila je najmanja prosečna visina zabeležena pri trećem tretmanu kod hibrida ZP 505. Prosečne vrednosti visine biljaka svih ispitivanih hibrida po tretmanima sa standardnom devijacijom i standardnom greškom proseka prikazane su u tabeli 53.

Tabela 54. Prosečne vrednost, standardna devijacija i standardna greška proseka visine klipa ispitivanih hibrida kukuruza po tretmanima

Visina klipa				
Hibridi	Tretmani	Srednja vrednost	s.d.	s.e. proseka
ZP 434	K	104,00	5,970	1,723
	1	104,00	9,195	2,654
	2	94,33	7,750	2,237
	3	94,83	4,489	1,296
ZP 505	K	95,50	3,606	1,041
	1	91,33	6,853	1,978
	2	88,08	7,366	2,127
	3	82,25	8,709	2,514
ZP 560	K	88,58	5,017	1,448
	1	94,42	10,808	3,120
	2	90,75	9,602	2,772
	3	86,08	9,080	2,621
ZP 600	K	107,25	5,479	1,582
	1	105,33	4,868	1,405
	2	96,08	6,431	1,856
	3	92,92	8,888	2,566
ZP 606	K	105,08	5,567	1,607
	1	100,67	3,916	1,130
	2	95,67	6,610	1,908
	3	92,58	7,728	2,231
ZP 684	K	99,00	4,880	1,409
	1	94,25	4,025	1,162
	2	89,67	6,513	1,880
	3	87,83	7,590	2,191

Sa maksimalnih $107,25 \pm 5,479$ u kontroli, hibrid ZP 600 se izdvojio kao hibrid sa najvećom prosečnom visinom klipa. Kao što se može videti u tabeli 54, i hibrid ZP 606 je dao slične rezultate, dok je hibrid sa najmanjom visinom klipa bio ZP 505 koji je pri trećem tretmanu postigao prosečno $82,25 \pm 8,709$. Razlike između tretmana su bile različite, od minimalne razlike od 8,34 kod hibrida ZP 560 pa sve do maksimalne razlike izmerene kod hibrida ZP 600 od 14,33.

6.2. Heterozis, način nasleđivanja i heritabilnost osobina

Vrednosti heterozisa za prinos i ispitivane osobine u odnosu na boljeg roditelja prikazane su u tabeli 55 zbirno za obe godine ispitivanja i za obe lokacije. Vrednosti heterozisa su uglavnom bile pozitivne, što je i logično imajući u vidu da su ovo komercijalni hibridi koji su prošli sva ispitivanja, priznati i proizvođačima dobro poznati. Takođe ove vrednosti su za broj zrna u redu, prinos i visinu klipa bile i statistički značajne na nivou od $P=0,01$. Upoređujući relativne vrednosti heterozis između ispitivanih osobina može se videti da su najviše vrednosti bile kod prinosa, zatim broja zrna u redu, a zatim kod visine klipa. Broj redova zrna je od svih ispitivanih osobina imao prosečno najnižu vrednost heterozisa. Prema tome, najviše vrednosti relativnog heterozisa je imao prinos zrna, a najniže vrednosti broj redova zrna. Redosled vrednosti relativnog heterozisa kod osobina je sledeći: prinos, broj zrna u redu, visina klipa, visina biljke, masa 100 zrna i broj redova zrna. Najvišu vrednost heterozisa za prinos zrna je imao hibrid ZP434 (218,97%**), a najnižu hibrid ZP560 (109,56%**). Najvišu vrednost heterozisa za broj zrna u redu je imao hibrid ZP434 (92,98%**), a najnižu ZP560 (50,10%**). Hibrid ZP560 je imao najvišu vrednost relativnog heterozisa za visinu bklipa (61,94%**), a hibrid ZP505 najnižu vrednost (35,25%**). Hibrid ZP434 je ostvario najviši relativni heterozis za broj redova zrna i masu 100 zrna (41,90%*, odnosno 48,03%*), a hibrid ZP600 za visinu biljke (45,50%*), a najniže vrednosti relativnog heterozisa za broj redova zrna i masu 100 zrna je imao hibrid ZP560 (4,32%, odnosno 5,91%) a hibrid ZP 505 je imao najnižu vrednost za visinu biljke (21,98%). Vrednosti heterozisa za sve ispitivane osobine su bile pozitivne, jer su ovo komercijalni, a ne eksperimentalni hibridi.

Takođe u tabeli 55 je prikazan i način nasleđivanja kod ispitivanih osobina. Može se konstatovati da je najčešći način nasleđivanja kod ovih osobina superdominacija. Superdominacija se sreće u nasleđivanju prinosa, broja zrna u redu, visine biljke i visine klipa, a kod broja redova zrna i mase 100 zrna srećemo, pored superdominacije i parcijalna dominacija i dominacija kao načine nasleđivanja. Treba napomenuti da i kod preostale dve osobine dominira superdominacija kao način nasleđivanja (u pet slučajeva), dominacija je utvrđena u četiri slučaja, a parcijalna dominacija u tri slučaja. Može se konstatovati da u nasleđivanju ispitivanih osobina kukuruza dominira superdominacija kao način nasleđivanja.

Tabela 55. Heterozis u odnosu na boljeg roditelja hibrida kukuruzai način nasleđivanja

Hibridi	Hetrozis		Način nasleđivanja
	Apsolutni (t/ha)	Relativni (%)	
Broj trdova zrna			
ZP 434 (L ₁ x L ₂)	4,40*	41,90	+sd
ZP 505 (L ₃ x L ₄)	1,56	12,00	+pd
ZP 560 (L ₅ x L ₂)	0,60	4,32	+d
ZP 600 (L ₅ x L ₆)	0,70	5,04	+pd
ZP 606 (L ₂ x L ₆)	2,20	16,42	+d
ZP 684 (L ₁ x L ₆)	1,18	8,81	+pd
Broj zrna u redu			
H-1	20,54**	92,82	+sd
H-2	15,65**	56,27	+sd
H-3	14,52**	50,10	+sd
H-4	17,19**	59,32	+sd
H-5	17,71**	62,82	+sd
H-6	16,35**	58,00	+sd
Masa 100 zrna			
H-1	12,21*	48,03	+sd
H-2	3,84	10,61	+d
H-3	2,25	5,91	+d
H-4	8,65	22,73	+sd
H-5	8,02	21,34	+sd
H-6	7,40	19,69	+sd
Prinos			
H-1	6372,0**	218,97	+sd
H-2	4760,2**	109,56	+sd
H-3	4696,9**	100,68	+sd
H-4	5669,9**	140,62	+sd
H-5	6707,9**	150,91	+sd
H-6	5844,9**	131,49	+sd
Visina biljke			
H-1	46,76*	25,70	+sd
H-2	40,27	21,98	+sd
H-3	49,95*	27,54	+sd
H-4	80,06*	45,50	+sd
H-5	69,85*	35,52	+sd
H-6	53,36*	29,33	+sd
Visina klipa			
H-1	29,37**	45,95	+sd
H-2	23,27**	35,25	+sd
H-3	26,04*	40,74	+sd
H-4	38,40**	61,94	+sd
H-5	34,58**	54,10	+sd
H-6	29,29**	46,20	+sd

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

Fenotipska ekspresija kvantitativnih osobina kukuruza predstavlja kumulativni doprinos genotipa, spoljašnje sredine i njihove međusobne reakcije (van Eeuwijk, 2006). Prema tome, prinos po svojoj prirodi predstavlja kompleksnu osobinu koja obuhvata više različitih karakteristika na koje utiče više faktora kako genetički, ekološki tako i njihova interakcija (Banić, 2006; Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016). Prinos kao kompleksna osobina je pod uticajem faktora sredine i karakteriše ga niži koeficijent heritabilnosti (Prodanović i sar. 1996). Cilj oplemenjivanja je permanentno povećanje prinosa hibrida u proizvodnji. Iz tih razloga heritabilnost predstavlja značajan selekциони parametar. Imajući u vidu da je dobijena heritabilnost u širem smislu visoka može se pretpostaviti da je proporcionalno ovoj vrednosti za sve ispitivane osobine visoka i heritabilnost u užem smislu, kao i da aditivna varijabilnost osnovni uzrok genetičkog variranja (tabela 56), što često nije u saglasnosti sa istraživanjima drugih autora. Utvrđene su neznatne razlike vrednosti heritabilnosti inbred linija i hibrida. Za proces selekcije je prihvatljiv jednaka aditivne i neaditivne varijanse (Živanović i Šurlan Momirović, 2001). Autori objašnjavaju različite vrednosti heritabilnosti osobina kao posledicu korišćenja različitog selekcionog materijala, raznih načinima procene i izračunavanja genetičke, odnosno aditivne, varijanse i uticaja spoljne sredine. Poznavanje heritabilnosti u užem smislu je od izuzetnog značaja u oplemenjivačkim programima, jer nam pokazuje stepen sličnosti između srodnika, odnosno verovatnoću sa kojom se fenotipska vrednost može upotrebiti za procenu aditivne varijanse. Heritabilnost u širem smislu je manje značajna za praktičnu selekciju. Prema tome, heritabilnost nije samo karakteristika određenog svojstva, već i populacije, uslova spoljašnje sredine kojima su izložene individue, kao i načina merenja fenotipa (Falconer, 1989). Babić (1993) i Todorović (1995) su ustanovili da se u nasleđivanju broja redova zrna ispoljava parcijalna i puna dominacija. Autori su utvrdili da je aditivna varijansa bila veća od dominantne, što može uticati na visoke vrednosti heritabilnosti i niske vrednosti heterozisa. Isti autori navode veći uticaj neaditivne genetičke varijanse kod sledećih osobina: prinos zrna, broj zrna u redu, masu zrna, prečnik i dužinu klipa.

Tabela 56. Heritabilnost u širem smislu (%) osobina inbred linija i hibrida

Osobine	Genetički materijal	
	Inbred linije	Hibridi
Broj redova zrna	95,67	81,92
Broj zrna u redu	98,05	94,42
Masa 100 zrna	98,79	97,23
Prinos	55,99	71,42
Visina biljke	84,74	97,41
Visina klipa	81,06	96,38

6.3. Analiza izvora varijabilnosti ispitivanih osobina genotipova kukuruza

6.3.1. Analiza izvora varijabilnosti ispitivanih osobina inbred linija kukuruza

Genotipovi sa visokom vrednošću PC1 komponente odlikuju se iznad prosečnom ekspresijom ispitivane osobine. Nasuprot tome, druga komponenta interakcije (PC2) ukazuje na genotipsku stabilnost. Kada njena vrednost teži nuli onda je visoka stabilnost, odnosno nestabilnost kada se vrednost udaljava od nule. Imamo teorijski i praktično posmatrano četiri različite kombinacije ove dve komponente: prvu čine nadprosečni i stabilni genotipovi (visoka vrednost PC1, niska vrednost PC2), drugu grupu nadprosečni i nestabilni genotipovi (visoka vrednost PC1, visoka vrednost PC2), treću ispodprosečni i stabilni (niska vrednost PC1, niska vrednost PC2), i četvrtu ispodprosečni i nestabilni (niska vrednost PC1, visoka vrednost PC2).

Dakle, genotipovi od interesa u istraživanju i proizvodni su genotipovi sa visokim vrednostima komponente PC1 kada je reč o osobinama kod kojih se izdvajaju plus varijante, tj. što veća prosečna vrednost ispitivane osobine i što niža vrednost komponente PC2, tj. bliska nuli. Kod osobina kod kojih su u procesu selekcije poželjne što niže vrednosti osobine, poželjniji su genotipovi sa ispodprosečnom vrednošću PC1 i vrednošću PC2 koja teži nuli. Genotipovi sa niskom vrednošću PC2 se odlikuju širokom adaptabilnošću, za razliku od genotipova specifične adaptabilnosti koji su locirani daleko od koordinativnog početka. Prema tome, visoka vrednost PC2 ukazuje da je najbolja ekspresija ispitivane osobine u specifičnim agroekološkim uslovima.

Tabela 57. Analiza varijanse AMMI modela za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih linija kukuruza

Izvori variranja	df	Broj redova zrna			Izvori variranja	df	Broj zrna u redu		
		SS	SS(%)	MS			SS	SS(%)	MS
Genotip (G)	5	590.27	53.50	118.05**	Genotip (G)	5	2483.6	46.24	496.70**
Godina (Y)	1	5.28	0.48	5.28**	Godina (Y)	1	903.1	16.81	903.10**
Lokacija (L)	1	25.09	2.27	25.09**	Lokacija (L)	1	325.1	6.05	325.10**
Tretman (T)	3	3.51	0.32	1.17	Tretman (T)	3	60.2	1.12	20.12**
G x Y	5	2.91	0.26	0.58	G x Y	5	14.2	0.26	2.81
G x L	5	20.27	1.84	4.05**	G x L	5	180.0	3.35	35.93**
IPCA1 (100%)	5	20.3	100.00	4.05	IPCA1	5	180.0	100.0	35.93**
IPCA2 (0%)	3	0.0	0.00	0.00	IPCA2	3	0	0.00	0.00
G x T	15	28.47	2.58	1.90*	G x T	15	325.7	6.06	21.71**
Y x L	1	2.17	0.20	2.17	IPCA1	7	300.7	92.32	42.46
Y x T	3	19.73	1.79	6.58	IPCA2	5	25	7.68	5.00
L x T	3	3.20	0.29	1.07	Y x L	1	80.2	1.49	80.23**
G x Y x L	5	1.27	0.12	0.25	Y x T	3	18.8	0.35	6.30
G x Y x T	15	65.66	5.95	4.38**	L x T	3	22.5	0.42	7.50**
G x L x T	15	56.02	5.08	3.73**	G x Y x L	5	55.8	1.04	11.21**
Y x L x T	3	3.51	0.32	1.17	G x Y x T	15	131.8	2.45	8.84**
G x Y x L x T	15	33.97	3.08	2.26*	G x L x T	15	129.0	2.40	8.65**
Error	192	242.00	21.92	1.26	Y x L x T	3	14.8	0.28	4.92
					G x Y x L x T	15	103.8	1.93	6.93**
					Error	192	522.7	9.73	2.70
Ukupno	287	1103.33	100.00		Ukupno	287	5371.0	100	

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

U tabeli 57 je prikazana analiza varijanse AMMI modela za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih linija kukuruza. Raščlanjivanje ukupne sume kvadrata na aditivnu (genetičku) i neaditivnu (ekološku) komponentu analizom varijanse za broj redova zrna ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine, lokacije i statistički značajan uticaj interakcija G x L, G x T, G x Y x T, G x L x T x G x Y x L x T. Suma kvadrata lokacija je bila više od dvadeset puta niža, dok su sume kvadrata godina i tretmana više od 100 puta imale manju vrednost od sume kvadrata genotipova. Uticaj tretmana u ukupnom variranju nije statistički značajan. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 53,50%, a interakcije 21,15%. Ovo znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke faktore, što proizlazi iz velike sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i relativno visokog učešća interakcija u ukupnom variranju navedene osobine. S obzirom na

postojanje značajnog udela interakcije genotipa sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije G x L i pokazala statistički značajan uticaj, dok udeo druge komponente je bio 0.00% i nije pokazao statističku značajnost. Takođe, velika suma kvadrata genotipova ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih genotipova za posmatranu osobinu. Girek i sar. (2013) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije G x L postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije G x L. Takođe prvoj PC1 osi pripada svih 100%, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju sa drugim ispitivanim izvorima varirajavnosti.

Takođe, u tabeli 57 je izvršeno i raščlanjivanje ukupne sume kvadrata na aditivnu (genetičku) i neaditivnu (ekološku) komponentu analizom varijanse za broj zrna u redu. Analiza ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine, lokacije i tretmana, kao i uticaj većine oblika interakcije (G x L, G x T, L x T, G x Y x T, G x L x T, Y x L x T i G x Y x L x T). Suma kvadrata godina je bila oko dva i po puta manja, suma kvadrata lokacija je niža skoro osam puta, a suma kvadrata tretmana oko 40 puta niža od sume kvadrata genotipova. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 46,24%, udeo zbirno godine, lokacije i tretmana je 23,35%, a svih oblika interakcije 30,41%. Ovo znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke uslove, što proizlazi iz velike sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i visokog učešća ukupne interakcija u ukupnom variranju navedene osobine. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotip sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju G x L, tako i za interakciju G x T. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije G x L i pokazala statistički značajan uticaj, dok udeo druge komponente od 0,00% nije pokazao statističku značajnost. Kada je u pitanju interakcija G x T može se konstatovati da je IPCA1 obuhvatila 92,32% sume kvadrata interakcije i bila statistički značajna, a IPCA2 samo 7,68%. Takođe, velika suma kvadrata genotipova ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih genotipova za analiziranu osobinu. U svojim istraživanjima Niringiye i sar. (2014) ističu da genotipovi sa IPCA2 vrednostima blizu nule ili koji teže nuli su imali nisku vrednost interakcije sa abiotičkim stresom i obratno, a Bose i sar. (2014) ukazuju da visoka fenotipska stabilnost genotipova se mogu koristiti za inicijalno oplemenjivanje. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije G

x L i G x T. Takođe prvoj PC1 osi pripada svih 100% ili teži toj vrednosti kao što je kod tretmana, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Do sličnih rezultata su došli Niringiye i sar. (2014).

U tabeli 58 date su vrednosti IPCAg komponenti interakcije, odnosno AMMI vrednost stabilnosti za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih linija kukuruza. Linije, L-5 i L-3 se odlikuju minimalnim vrednostima ili vrednostima koje teže nuli za prvu glavnu komponente, nasuprot linijama L-6, L-4 i L-2 čije su vrednosti udaljne od nule. Genotipovi koji u različitim ekološkim uslovima imaju vrednost prve komponente blisku nuli se smatraju stabilnim. Druga IPCAg2 komponenta je za sve linije nula, jer je i u analizi varijanse bila jednaka nuli. Ove linije imaju nešto izraženiju ekspresiju broja zrna u redu, te ovim linijama više pogoduje proizvodnja u povoljnijim uslovima gajenja. Prema Sabaghniaa i sar., (2006) genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i minimalnom vrednošći IPCg1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim ekološkim uslovima smatraju se stabilnim.

Tabela 58. IPCA komponente interakcije i AMMI vrednost stabilnosti za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih linija kukuruza

Genotip	Broj redova zrna			Broj zrna u redu				
	Prosek	Genotip x lokacija		Prosek	Genotip x lokacija		Genotip x tretman	
		IPCAg1	IPCAg2		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2
L-1	10.50	0.190	0.000	22.13	-1.229	0.000	-0.846	-0.684
L-2	10.08	-0.425	0.000	21.65	-0.499	0.000	1.888	-0.393
L-3	12.10	0.036	0.000	26.92	0.659	0.000	-0.661	0.002
L-4	13.00	-0.487	0.000	27.81	0.641	0.000	0.110	0.658
L-5	13.88	0.005	0.000	28.98	0.356	0.000	0.006	0.596
L-6	13.42	0.681	0.000	28.19	0.071	0.000	-0.496	-0.179

U tabeli 58 date su vrednosti IPCAg komponenti interakcije za broj zrna u redu ispitivanih linija kukuruza. Linije, L-6 se odlikuju minimalnim vrednostima ili vrednostima koje teže nuli kada je u pitanju prva komponenta na različitim lokacijama te se smatra stabilnom, nasuprot drugim linijama, koje su značajno udaljene od nule bilo pozitivno ili negativno. Treba napomenuti, inbred linije L-6 i L-5 imaju nešto izraženiju ekspresiju broja zrna u redu. Nešto je drugačija slika kada je u pitanju interakcija G x T. Prema vrednostima IPCAg1 najstabilniji je inbred linija L-5, a najmanje stabilna L-2. Genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i

minimalnom vrednošći PC1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim spoljnim sredinama smatraju se stabilnim (Sabaghniaa i sar., 2006).

U tabeli 59 je izvršeno raščlanjivanje ukupne sume kvadrata na aditivnu (genetičku) i neaditivnu (ekološku) komponentu analizom varijanse za masu 100 zrna i prinos zrna kukuruza ispitivanih inbred linija. Prvi pogled na tabelu nam ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine, lokacije i tretmana, kao i svih oblika i nivoa interakcija za masu 100 semena ($G \times L$, $G \times T$, $G \times Y$, $L \times T$, $Y \times L$, $G \times Y \times L$, $G \times Y \times T$, $G \times L \times T$, $Y \times L \times T$ i $G \times Y \times L \times T$). Suma kvadrata godina je bila veća nego suma kvadrata lokacija i tretmana zajedno, a suma kvadrata genotipova je bila oko sedam puta veća nego suma kvadrata lokacija, godina i tretmana zajedno. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 64,70%, zbirni udeo godine, lokacije i tretmana je 8,42%, a ukupna interakcija 26,88%. To znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke uslove u ogledu i da su inbred linije različito reagovala na faktore spoljašnje sredine, što je uzrokovalo visoke sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i visoko učešće interakcija u ukupnom variranju navedene osobine. Takođe, velika suma kvadrata genotipova ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih inbred linija kada je u pitanju ova osobina. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotip sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju $G \times Y$, $G \times L$, tako i za interakciju $G \times T$. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije $G \times L$ i $G \times Y$ i pokazala statistički značajan uticaj, dok udeo druge komponente je bio 0,00%. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije $G \times L$ i $G \times Y$. Takođe prvoj PC1 osi pripada izuzetno visok udeo u ukupnoj interakciji, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 kada je u pitanju interakcija $G \times T$ iznosi 50,6%, a IPC2 čini 44,74%. IPC1 i IPC2 kod ove interakcije zajedno obuhvataju 94,80% interakcije. Treba konstatovati visok nivo IPC2 koja se odnosi na uticaj tretmana u ovom konkretnom slučaju. Mitrović i sar. (2012) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije $G \times L$ postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa.

Tabela 59. Analiza varijanse AMMI modela za masu 100 zrna (g) i prinos zrna (kg/ha) kod ispitivanih linija kukuruza

Izvori variranja	df	Masa 100 zrna (g)			Izvori variranja	df	Prinos (kg) (000)		
		SS	SS(%)	MS			SS	SS(%)	MS
Genotip (G)	5	8801.2	64.70	1760.21**	Genotip (G)	5	15955	21.16	3190**
Godina (Y)	1	609.6	4.39	609.60**	Godina (Y)	1	2065	2.72	2065
Lokacija (L)	1	437.6	3.02	437.60**	Lokacija (L)	1	2564	3.38	2564**
Tretman (T)	3	145.0	1.07	48.33**	Tretman (T)	3	13775	18.22	4592**
G x Y	5	150.6	1.01	30.12**	G x Y	5	3083	4.07	617
IPCA1	5	150.6	100.00	30.12**	G x L	5	4725	6.25	945**
IPCA2	3	0	0.00	0.00	IPCA1	5	4725		945**
G x L	5	385.4	2.74	77.10**	IPCA2	3	0,00	4.62	000
IPCA1	5	385.4	100.00	77.10**	G x T	15	3492	4.62	233**
IPCA2	3	0	0.00	0.00	IPCA1	7	1655		236
G x T	15	413.5	3.04	27.62**	IPCA2	5	1325		265
IPCA1	7	207	50.06	29.57					
IPCA2	5	185	44.74	37					
Y x L	7	207	1.32	29.57**	Y x L	1	1224	1.62	1224**
Y x T	3	64.7	0.29	21.60**	Y x T	3	4467	5.91	1489**
L x T	3	154.4	1.04	51.50**	L x T	3	1309	1.73	436**
G x Y x L	5	145.2	1.07	29.01**	G x Y x L	5	4503	5.96	901
G x Y x T	15	216.2	1.39	14.4**0	G x Y x T	15	3050	4.04	203**
G x L x T	15	256.7	1.69	17.12**	G x L x T	15	4221	5.59	281**
Y x L x T	3	211.9	1.36	70.64**	Y x L x T	3	1051	1.39	350**
G x Y x L x T	15	403.6	2.77	26.91**	G x Y x L x T	15	8748	11.58	583**
Error	192	1236.0	9.10	6.42	Error	192	1328	1.76	6.92
Ukupno	287	13581.9	100.00		Ukupno	287	75560	100.00	

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

Kao što je već napomenuto u tabeli 59 je izvršeno raščlanjavanje i komponenti za prinos zrna kukuruza ispitivanih inbred linija. Prvi pogled na tabelu nam ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, lokacije i tretmana, kao i većine oblika i nivoa interakcija. Suma kvadrata genotipa je bila oko sedam puta veća sume kvadrata godina i oko šest puta veća od sume kvadrata lokacija. Udeo sume kvadrata genotipa u ukupnom variranju je za 2,94% veći od udela sume kvadrata tretmana. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 21,16%, zbirni udeo godina i lokacija je 6,10%, tretmana 18,22%, a ukupna interakcija 54,52%.

To znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke uslove u ogledu, na različite tretmane i da su inbred linije različito reagovale na faktore spoljašnje sredine, što je uzrokovalo visoke sume kvadrata pojedinih interakcija i njihov značajan uticaj na ukupnu fenotipsku varijabilnost, a što se reflektuje visokom interakcijom u ukupnom variranju prinosa zrna. Takođe, relativno velika suma kvadrata genotipova i visoka vrednost učešća varijanse tretmana u ukupnoj fenotipskoj varijabilnosti ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih inbred linija i njihovo reagovanje na primenjene tretmane kada je u pitanju ova osobina. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotipa sa drugim izvorima variranja (lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju $G \times L$ i $G \times T$. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije $G \times L$ i pokazala statistički značajan uticaj. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije $G \times L$. Takođe prvoj PC1 osi pripada izuzetno visok udeo u ukupnoj interakciji, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 kada je u pitanju interakcija $G \times T$ iznosi 47,39%, a IPC2 čini 37,94%. IPC1 i IPC2 kod ove interakcije zajedno obuhvataju 85,33% interakcije. Treba konstatovati visok nivo IPC2 koja se odnosi na uticaj tretmana u ovom konkretnom slučaju. Mitrović i sar. (2012) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije $G \times L$ postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa, kao i da je bio značajan udeo genotipa i interakcije $G \times L$ i $G \times Y$ u ukupnom fenotipskom variranju za prinos i neke komponente prinosa.

U tabeli 60 date su vrednosti IPCA komponenti interakcije za masu 100 zrna ispitivanih linija kukuruza. Prema vrednostima IPCAg1 u interakciji $G \times Y$, linije, L-6 i L-4 se odlikuju niskom stabilnošću uz visok nivo prosečne vrednosti mase 100 zrna, a najstabilnije su linije L-1 i L-2 koje su imale i najniže srednje vrednosti mase 100 zrna. Kada je u pitanju prva komponenta kod interakcije $G \times L$ najstabilnim genotipom se može smatrati inbred linija L-4, a najmanje stabilna linija L-2, Linije koje se odlikuju manjom stabilnošću imaju izrazito veće prosečne vrednosti mase 100 zrna. Nešto je drugačija slika kada je u pitanju interakcija $G \times T$. Prema vrednostima IPCAg1 najstabilniji je inbred linija L-6, a najmanje stabilna L-1. Genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i minimalnom vrednošću PC1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim spoljnim sredinama smatraju se stabilnim (Sabaghniaa i sar., 2006).

U tabeli 60 date su vrednosti IPCA komponenti interakcije i za prinos zrna ispitivanih linija kukuruza. Prema vrednostima IPCAg1 u interakciji $G \times L$, linije, L-3 i L-4 se odlikuju visokim nivoom stabilnosti dok ostale linije značajno odstupaju bilo u pozitivno ili negativno.

Treba napomenuti da su ove linije imale i relativno visok prinos. Linija L-6 ima najviši prosečan prinos, a daleko manju stabilnost ima od inbred linija L-3 i L-4. Linije L-4, L-5 i L-6 su imale prosečan prinos preko 4 tone, te se mogu smatrati poželjnim za dalji proces oplemenjivanja. Kada je u pitanju prva komponenta kod interakcije G x T najstabilni je genotip L-6 kako po pitanju IPCAg1 tako i po pitanju IPCAg2, a najmanje stabilna je linija L-2 na osnovu IPCAg1, a L-5 na osnovu IPCAg2. Treba napomenuti da linija L-2 se odlikuju najnižim prosečnim prinosom zrna i niskom stabilnošću što nam potvrđuju vrednosti IPCAg1. Genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i minimalnom vrednošći PC1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim spoljnim sredinama smatraju se stabilnim (Sabaghniaa i sar., 2006).

Tabela 60. IPCA komponente interakcije i AMMI vrednost stabilnosti za masu 100 zrna i prinos kod ispitivanih linija kukuruza

Genotip	Masa 100 zrna							Prinos				
	Opšti prosek	Genotip x godina		Genotip x lokacija		Genotip x tretman		Opšti prosek	Genotip x lokacija		Genotip x tretman	
		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2
L-1	25.42	0.338	0.000	-0.778	0.000	1.287	0.781	2910	-7.984	0.000	-10.752	6.965
L-2	24.63	0.338	0.000	-1.366	0.000	0.649	-0.558	2764	-12.488	0.000	12.446	6.708
L-3	31.35	0.655	0.000	0.503	0.000	-0.301	-1.463	3830	1.107	0.000	-8.993	-2.884
L-4	36.19	-0.835	0.000	0.061	0.000	-0.830	0.174	4345	-1.471	0.000	3.182	1.636
L-5	38.06	0.469	0.000	0.915	0.000	-1.099	0.898	4665	9.033	0.000	2.875	-14.892
L-6	37.58	-0.965	0.000	0.665	0.000	0.295	0.168	4445	11.797	0.000	1.243	2.465

Tabela 61. Analiza varijanse AMMI modela za visinu biljke (cm) i visinu klipa (cm) kod ispitivanih linija kukuruza

Izvori variranja	df	Visina biljke (cm)			Izvori variranja	df	Visina klipa (cm)		
		SS	SS(%)	MS			SS	SS(%)	MS
Genotip (G)	5	6296	9.15	1259.00**	Genotip (G)	5	1082	5.67	216.00**
Godina (Y)	1	1840	2.71	1840.00**	Godina (Y)	1	61	0.32	61.01
Lokacija (L)	1	70	0.10	70.01	Lokacija (L)	1	840	4.40	840.22**
Tretman (T)	3	22506	32.46	7502.11**	Tretman (T)	3	4785	25.07	1595.36**
G x Y	5	938	1.45	188.13	G x Y	5	155	0.81	31.22
G x L	5	3538	5.18	708.24**	G x L	5	85	0.44	17.11
IPCA1	5	3538	100,00	707.61**	G x T	15	168	0.88	11.17
IPCA2	3	0,00	0,00	0.00	Y x L	1	1217	6.38	1217.11**
G x T	15	743	0.11	50.14	Y x T	3	174	0.91	58.00
Y x L	1	406	0.68	406.22	L x T	3	110	0.58	37.84
Y x T	3	1678	2.41	559.41**	G x Y x L	5	709	3.72	14263**
L x T	3	165	0.24	55.35	G x Y x T	15	637	3.34	42.23
G x Y x L	5	4041	5.91	808.19**	G x L x T	15	360	1.89	24.12
G x Y x T	15	448	0.74	30.12	Y x L x T	3	58	0.32	19.11
G x L x T	15	1570	2.36	105.33	G x Y x L x T	15	441	2.31	29.31
Y x L x T	3	72	0.10	24.21	Error	192	8201	42.96	43.45
G x Y x L x T	15	608	0.97	41.25					
Error	192	24632	35.42	128.36					
Ukupno	287	69551	100.00				19083	100.00	

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

Analiza varijanse AMMI modela za visinu biljke i visinu klipa kod ispitivanih linija kukuruza je data u tabeli 61. Raščlanjivanje ukupne sume kvadrata na aditivnu (genetičku) i neaditivnu (ekološku) komponentu analizom varijanse za visinu biljke, ukazalo je na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine i tretmana i statistički značajan uticaj interakcija G x L, Y x T i G x Y x L. Suma kvadrata lokacija je bila zanemarivo mala i višestruko niži od uticaja drugih izvora variranja (G, Y i T) na fenotipsku varijansu visine biljke. Uticaj tretmana na ukupno variranje je bilo visoko (32,46%) i statistički veoma značajno. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 9,15%, a interakcije 22,97%. Ovo znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke faktore i tretmane, što proizlazi iz velike sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i visokog učešća interakcija u ukupnom fenotipskom variranju visine biljke. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotipa i lokacija, izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije

G x L i pokazala statistički značajan uticaj. Takođe, velika suma kvadrata genotipova ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih genotipova za posmatranu osobinu. Mitrović i sar. (2012) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije G x L postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije G x L. Takođe prvoj PC1 osi pripada svih 100%, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa i interakcije G x L za ukupnu interakciju i za ukupnu fenotipsku varijabilnost visine biljke.

U tabeli 61 je takođe izvršeno raščlanjivanje ukupne sume kvadrata za visinu klipa. Analiza ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, lokacije i tretmana, kao i uticaj interakcija Y x L i G x Y x L. Suma kvadrata godina je bila zanemarljivo niska i višestruko manja od uticaja genotipa, lokacije i tretmana na ukupnu fenotipsku varijabilnost. Važno je napomenuti da je suma kvadrata tretmana oko 4 puta veća nego suma kvadrata genotipa ili lokacije. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 5,67%, udeo zbirno sume kvadrata genotipa, godine i lokacije je 10,39%, tretmana 25,07, a svih oblika interakcije 21,58%. Ovo znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke uslove, i tretmane u konkretnim ekološkim uslovima ogleda, što proizlazi iz velike sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i relativno visokog učešća ukupne interakcija u ukupnom variranju visine klipa. S obzirom da ne postoji značajan udeo interakcije genotip sa nekim drugim faktorom u ukupnoj sumi kvadrata nije vršena AMMI analiza glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2.

Tabela 62. IPCA komponente interakcije i AMMI vrednost stabilnosti za visinu biljke i visinu klipa kod ispitivanih linija kukuruza

Genotip	Visina biljke (cm)			Visina klipa (cm)		
	Opšti prosek	Genotip x lokacija		Opšti prosek		
		IPCAg1	IPCAg2		IPCAg1	IPCAg2
L-1	181.9	1.685	0.000	63.40		
L-2	181.4	-2.018	0.000	63.92		
L-3	171.1	0.501	0.000	60.35		
L-4	183.2	1.110	0.000	66.02		
L-5	175.9	-1.849	0.000	62.00		
L-6	172.9	0.569	0.000	60.81		

U tabeli 62 date su vrednosti IPCAg komponenti interakcije, odnosno AMMI vrednost stabilnosti za visinu biljke i visinu klipa kod ispitivanih linija kukuruza. Linije, L-3 i L-6 se odlikuju minimalnim vrednostima ili vrednostima koje teže nuli za prvu glavnu komponente,

nasuprot linijama L-1, L-2, L-4 i L-5 čije su vrednosti udaljne od nule. Genotipovi koji u različitim ekološkim uslovima imaju vrednost prve komponente blisku nuli se smatraju stabilnim. Najstabilnije linije imaju i najniže prosečne vrednosti visine bilje, te su kao takve od interesa za dalji proces oplemenjivanja. Druge ispitivane inbred linije imaju nešto izraženiju ekspresiju visine biljke, te ovim linijama više pogoduje proizvodnja u specifičnim uslovima. Prema Sabaghniaa i sar., (2006) genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i minimalnom vrednošći IPCg1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim ekološkim uslovima smatraju se stabilnim.

6.3.2. Analiza izvora varijabilnosti ispitivanih osobina hibrida kukuruza

U tabeli 63 je prikazano raščlanjivanje ukupne sume kvadrata na aditivnu (genetičku) i neaditivnu (ekološku) komponentu analizom varijanse za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih hibrida. Analiza ukazuje na statističku značajnost uticaja genotipa i tretmana, kao i statistički značajan uticaj interakcija $G \times L$ i $G \times Y \times T$ na ukupnu fenotipsku varijabilnost broja redova zrna. Suma kvadrata godina i lokacija je bila zanemarivo mala i višestruko niži od uticaja drugih izvora variranja (G i T) na fenotipsku varijansu broja redova zrna. Uticaj genotipa na ukupno variranje broja redova zrna je bilo 9,97%, a uticaj tretmana na ukupno variranje je bilo 5,03% i statistički su bili značajni. Udeo genotipa je bio samo 9,97, a interakcije 35.35% u ukupnoj fenotipskoj varijansi. Treba napomenuti da je izuzetno visoko učešće greške u ukupnom variranju broja redova zrna. Visoko učešće interakcije, više od dva puta veće nego što je zbirna suma kvadrata pojedinačnih izvora varijabilnosti, znači da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke faktore i tretmane, što proizlazi iz velike sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i visokog učešća interakcija u ukupnom fenotipskom variranju broja redova zrna. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotipa i lokacija za broj redova zrna, izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije $G \times L$ i pokazala statistički značajan uticaj, dok udeo druge komponente je bio 0.00%. Takođe, velika suma kvadrata genotipova ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih genotipova za posmatranu osobinu.

Tabela 63. Analiza varijanse AMMI modela za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih hibrida kukuruza

Izvori variranja	df	Broj redova zrna			Izvori variranja	df	Broj zrna u redu		
		SS	SS(%)	MS			SS	SS(%)	MS
Genotip (G)	5	43.57	9.97	8.71**	Genotip (G)	5	483.6	23.46	96.7**
Godina (Y)	1	0.50	0.11	0.50	Godina (Y)	1	3.8	0.18	3.8
Lokacija (L)	1	0.50	0.11	0.50	Lokacija (L)	1	2.5	0.12	2.5
Tretman (T)	3	21.93	5.03	7.31**	Tretman (T)	3	327.0	15.76	109.0**
G x Y	5	9.92	2.27	1.98	G x Y	5	5.0	0.23	1.0
G x L	5	22.08	5.05	4.42**	G x L	5	22.7	1.10	4.5
IPCA1	5	22.08	100.00	4.42**	G x T	15	102.1	4.85	6.8
IPCA2	3	0.00	0.00	0.000	Y x L	1	0.1	0.00	0.1
G x T	15	15.49	3.54	1.03	Y x T	3	37.4	1.71	12.5**
Y x L	1	0.01	0.00	0.01	L x T	3	2.4	1.06	0.8
Y x T	3	3.28	0.75	1.09	G x Y x L	5	33.9	1.54	6.8
L x T	3	5.50	1.26	1.83	G x Y x T	15	90.9	4.31	6.1
G x Y x L	5	8.40	1.92	1.68	G x L x T	15	78.4	3.70	5.2
G x Y x T	15	32.31	7.39	2.15**	Y x L x T	3	12.8	0.52	4.3
G x L x T	15	25.92	5.93	1.73	G x Y x L x T	15	79.9	3.78	5.3
Y x L x T	3	7.26	1.66	2.42	Error	192	778.7	37.68	4.1
G x Y x L x T	15	23.99	5.49	1.60					
Error	192	216.00	49.43	1.12					
Ukupno	287	437.02	100.00		Ukupno	287	2061.2	100.00	

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

Babić i sar. (2006) i Mitrović i sar. (2013) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije G x L postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne

komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije G x L, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa u interakciji G x L za ukupnu interakciju i ukupno fenotipsko variranje broja redova zrna, što je u saglasnosti sa navodima autora.

Pored raščlanjavanja ukupne sume kvadrata za broj redova zrna u tabeli 63 je data i analiza za broj zrna u redu. Analiza ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa i tretmana, kao i uticaj interakcija Y x T. Suma kvadrata godina i lokacija je bila zanemarivo niska i mnogo manja od uticaja genotipa i tretmana na ukupnu fenotipsku varijabilnost. Važno je napomenuti da je suma kvadrata tretmana izrazito niža od sume kvadrata genotipa. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 23,46%, udeo tretmana 15,76%, a svih oblika interakcije 22,80%. Ovo znači da je postojala razlika između reakcije genotipova na različite ekološke uslove i tretmane u konkretnim ekološkim uslovima ogleda, što ukazuje na značajan uticaj interakcije Y x T za broj zrna u redu kod ispitivanih hibrida. S obzirom da ne postoji značajan udeo interakcije genotip sa nekim drugim faktorom u ukupnoj sumi kvadrata nije vršena AMMI analiza glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2.

U tabeli 64 date su prosečne vrednosti i vrednosti IPCAg komponenti interakcije, odnosno AMMI vrednost stabilnosti za broj redova zrna i broja zrna u redu za ispitivane hibride. Hibridi, H-1, H-6 i H-3 se odlikuju minimalnim vrednostima ili vrednostima koje teže nuli za prvu glavnu komponente, nasuprot ostalim ispitivanim hibridima čije su vrednosti udaljene od nule. Genotipovi koji u različitim ekološkim uslovima imaju vrednost prve komponente blisku nuli se smatraju stabilnim. Druga IPCAg2 komponenta je za sve hibride nula, jer je i u analizi varijanse bila jednaka nuli. Najstabilniji hibridi imaju u proseku i niže prosečne vrednosti za broj redova zrna. Drugi ispitivani hibridi imaju nešto izraženiju ekspresiju broja redova zrna, te ovi hibridima više pogoduje proizvodnja u specifičnim uslovima ili uslovima u kojima nisu izloženi delovanju različitih tretmana. Prema Sabaghniaa i sar., (2006) genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i minimalnom vrednošću IPCg1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim ekološkim uslovima smatraju se stabilnim.

Tabela 64. IPCA komponente interakcije i AMMI vrednost stabilnosti za broj redova zrna i broj zrna u redu kod ispitivanih hibrida kukuruza

Genotip	Broj redova zrna			Broj zrna u redu		
	Prosek	Genotip x lokacija		Prosek		
		IPCAg1	IPCAg2		IPCAg1	IPCAg2
H-1	14.90	0.03008	0.000	42.67		
H-2	14.56	-0.81222	0.000	43.46		
H-3	14.48	0.09025	0.000	43.50		
H-4	14.58	0.42115	0.000	46.17		
H-5	15.60	0.33090	0.000	45.90		
H-6	14.58	-0.06016	0.000	44.54		

U tabela 65 su date srednje vrednosti i analiza varijanse AMMI modela za masu 100 zrna (g) i prinos zrna (kg/ha) kod ispitivanih hibrida kukuruza. Može se videti kakvi su odnosi raščlanjenih suma kvadrata aditivne (genetičke) i neaditivne (ekološke) komponente varijanse. Analizom varijanse za masu 100 zrna i prinos zrna izvršena je podela kod ispitivanih hibrida. Prvi pogled na tabelu nam ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine i tretmana kod mase 100 zrna. Od svih oblika interakcije nisu značajne jedino interakcije L x T i Y x L x T. Suma kvadrata genotipa je bila veća oko pet puta od zbirne sume kvadrata godine lokacije i tretmana. Udeo sume kvadrata genotipa u ukupnom variranju veće je za oko pet puta nego udeo tretmana u ukupnom fenotipskom variranju. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 43,16%, zbirni udeo godina i lokacija je 1,79%, tretmana 8,17%, a ukupna interakcija 27,34%. To znači da su postojale značajne razlika između reakcije ispitivanih hibrida na različite ekološke faktore i tretmane u ogledu i da su hibridi različito reagovali na iste faktore, što je uzrokovalo visoke sume kvadrata pojedinih interakcija i njihov značajan uticaj na ukupnu fenotipsku varijabilnost, što se ogleda u visokom učešću interakcija u ukupnom variranju mase 100 zrna. Takođe, relativno velika suma kvadrata genotipova i visoka vrednost učešća varijanse tretmana u ukupnoj fenotipskoj varijabilnosti ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih hibrida i njihovo reagovanje na primenjene tretmane kada je u pitanju masa 100 zrna. Da je to tako potvrđuju i značajne interakcije u kojim je u kombinaciji jedan od faktora genotip. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotipa sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju G x Y i G x L, tako i za G x T. Prve glavne komponente za interakciju G x Y i G x L, IPCA1, obuhvatile su 100,00% od suma kvadrata i bile su

statistički značajne, dok udeo druge komponente u oba slučaja je bio jednak nuli. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije G x Y i G x L, što je u saglasnosti sa istraživanjima Babić i sar. (2006). Takođe prvoj PC1 osi pripada izuzetno visok udeo u ukupnoj interakciji, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 kada je u pitanju interakcija G x T iznosi 61.00%, a IPC2 čini 37.40%. IPC1 i IPC2 kod ove interakcije zajedno obuhvataju 98.40% interakcije. Treba konstatovati relativno visok nivo IPC2 koja se odnosi na uticaj tretmana u ovom konkretnom slučaju, ali i dalje značajno niži od uticaja genotipa. Mitrović i sar. (2012) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije G x L postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa.

Tabela 65. Analiza varijanse AMMI modela za masu 100 zrna (g) i prinos zrna (kg/ha) kod ispitivanih hibrida kukuruza

Izvori variranja	df	Masa 100 zrna			Izvori variranja	df	Prinos (000)		
		SS	SS(%)	MS			SS	SS(%)	MS
Genotip (G)	5	3272.6	43.16	654.5**	Genotip (G)	5	1978	2.93	394**
Godina (Y)	1	130.7	1.72	130.7**	Godina (Y)	1	4158	6.17	4158
Lokacija (L)	1	5.6	0.07	5.6	Lokacija (L)	1	3387	5.02	3387**
Tretman (T)	3	643.7	8.17	214.6**	Tretman (T)	3	4746	7.04	1582**
G x Y	5	209	2.85	41.8**	G x Y	5	1013	1.50	203**
IPCA1	5	209	100.00	41.8	IPCA1	5	1013	100.00	2.03**
IPCA2	3	0	0.00	0.0	IPCA2	3	0	0.00	0
G x L	5	119.0	1.67	23.8**	G x L	5	1907	2.83	381**
IPCA1	5	119	100.00	23.8	IPCA1	5	1907	100.00	381**
IPCA2	3	0	0.00	0.0	IPCA2	3	0	0.00	0
G x T	15	275.4	3.72	18.4**	G x T	15	1957	2.90	131**
IPCA1	7	168	61.00	24.0	IPCA1	7	1409	72.00	201**
IPCA2	5	103	37.40	20.7	IPCA2	5	416	21.26	83
Y x L	1	58.7	0.87	58.7**	Y x L	1	2658	3.94	2658**
Y x T	3	106.9	1.51	35.6**	Y x T	3	1841	2.73	614**
L x T	3	36.6	0.48	12.2	L x T	3	4799	7.12	1600
G x Y x L	5	95.6	1.36	19.1**	G x Y x L	5	4185	6.31	837**
G x Y x T	15	314.3	4.24	21.0**	G x Y x T	15	1190	1.77	79**
G x L x T	15	440.0	4.89	29.3**	G x L x T	15	9322	13.83	622**
Y x L x T	3	39.6	0.53	13.2	Y x L x T	3	8714	12.92	2.905**
G x Y x L x T	15	367.3	4.82	24.5**	G x Y x L x T	15	9078	13.47	605**
Error	192	1484.7	19.54	7.7	Error	192	6483	9.52	33
Ukupno	287	7599.7	100.00		Ukupno	287	67416	100.00	

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

Raščlanjivanje ukupne sume kvadrata na aditivnu (genetičku) i neaditivnu (ekološku) komponentu analizom varijanse za prinos zrna kukuruza ispitivanih hibrida je pokazalo izrazitu dominaciju ekološke nad genetičkom varijansom (tabela 65). Prvi pogled na tabelu nam ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine, lokacije i tretmana, kao i svih oblika i nivoa interakcija ovih izvora varijabilnosti za prinos zrna ispitivanih hibrida. Udeo genotipa u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 2.93%, zbirni udeo godine, lokacije i tretmana je 18.23%, a ukupna interakcija 69.32%. Prema tome, postojala je značajna razlika između reakcije genotipova na različite ekološke uslove u ogledu, a hibridi su različito reagovali na faktore spoljašnje sredine, što je uzrokovalo visoke sume kvadrata pojedinih interakcija, kao i veoma visoko učešće interakcija u ukupnom variranju navedene osobine. Takođe, nizak nivo uticaja genotipa kao izvora variranja ukazuje na veliki uticaj faktora spoljašnje sredine i tretmana na prinos zrna. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotip sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju G x Y, G x L, tako i za interakciju G x T. Prva glavna komponenta, IPCA1, obuhvatila je 100,00% od sume kvadrata interakcije G x L i G x Y i pokazala statistički značajan uticaj, dok udeo druge komponente od 0,00%. Takođe prvoj PC1 osi pripada izuzetno visok udeo u ukupnoj interakciji, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 kada je u pitanju interakcija G x T iznosi 72,00%, a IPC2 čini 21,26%. IPC1 i IPC2 kod ove interakcije zajedno obuhvataju 93,26% interakcije. Treba konstatovati visok nivo IPC2 koja se odnosi na uticaj tretmana u ovom konkretnom slučaju. Babić i sar. (2006), Mitrović i sar. (2012) su u svojim istraživanjima dokazali da su između genotipova, sredina i interakcije G x L postojale značajne razlike za prinos i neke komponente prinosa.

Tabela 66. IPCA komponente interakcije i AMMI vrednost stabilnosti za masu 100 zrna i prinos kod ispitivanih hibrida kukuruza

Genotip	Masa 100 zrna (g)							Prinos (kg)						
	Opšti prosek	Genotip x godina		Genotip x lokacija		Genotip x tretman		Opšti prosek	Genotip x godina		Genotip x lokacija		Genotip x tretman	
		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2
H-1	37.63	1.103	0.00	1.119	0.00	-0.578	0.097	9282	6.316	0.00	17.854	0.00	-6.257	0.956
H-2	40.02	0.126	0.00	-0.560	0.00	-1.065	-0.868	9405	7.223	0.00	12.748	0.00	22.361	-0.136
H-3	40.31	0.297	0.00	-0.322	0.00	-0.650	1.168	9362	-16.523	0.00	15.921	0.00	3.222	-20.589
H-4	46.71	0.475	0.00	0.250	0.00	0.622	0.016	11225	6.865	0.00	-8.448	0.00	17.483	2.610
H-5	45.60	0.126	0.00	0.191	0.00	1.025	0.393	11153	-12.662	0.00	-7.605	0.00	13.883	6.352
H-6	44.98	1.18	0.00	-0.678	0.00	0.646	-0.807	10290	8.781	0.00	5.238	0.00	-5.971	10.808

Podaci dati u tabeli 66 prikazuju vrednosti IPCA komponenti interakcije kako za masu 100 zrna tako i za prinos zrna ispitivanih hibrida kukuruza. Analiza data u ovoj tabeli ukazuje da je vrednost IPCAg2 za interakciju G x L, G x Y bile jednake nuli kako za masu 100 zrna tako i za prinos. Prema vrednostima IPCAg1 u interakciji G x Y, hibridi H-2, H-5 i H-3 se odlikuju visokim nivoom stabilnosti, dok vrednost IPCAg1 ostalih hibrida značajno odstupaju od nule kada je u pitanju masa 100 zrna. Treba napomenuti da ne postoji jasna zakonitost visine prosečne vrednosti mase 100 zrna i parametara IPCAg1. Kada je u pitanju interakcija G x L može se konstatovati da su najstabilniji hibridi H-5, H-4 i H-3. Važno je napomenuti da je hibrid H-4 imao zadovoljavajući nivo stabilnosti i visok nivo ekspresije mase 100 semena, te može biti od interesa za proizvodnju i oplemenjivanje. U slučaju interakcije G x T najstabilniji su hibridi bili H-1, H-4, H-6 i H-3. Na osnovu IPCAg2 može se konstatovati da je na hibrid H-4 najniži bio uticaj tretmana, a da je na hibrid H-3 bio najveći uticaj tretmana. No i pored takvog uticaja hibrid H-3 je pokazao najveću stabilnost ove osobine kako u toku godina tako i na različitim lokacijama, ali je ekspresija mase 100 zrna bila na nešto nižem nivou. Da je značajan uticaj tretmana na masu 100 semena značajan pokazuje i ekspresija mase 100 semena kod hibrida H-4 koji se odlikovao zadovoljavajućom stabilnošću tokom godina na različitim lokacijama i pri različitim tretmanima uz najviše prosečne vrednosti mase 100 zrna, što je verovatno i posledica relativno niskog uticaja tretmana.

Vrednosti IPCAg1 interakcija G x Y i G x L značajno odstupaju od nule, te je uticaj genotipa na niskom nivou, što nam potvrđuje i učešće genotipa kao izvora varijabilnosti u ukupnoj fenotipskoj varijabilnosti prinosa zrna (tabela 65). Prema vrednostima IPCAg1 u interakciji G x Y, hibridi H-1 i H-4, H-2 i H-6 se odlikuju približnom stabilnošću i većom od hibrida H-3 i H-5. U slučaju interakcije G x L značajno većom stabilnošću se odlikuju hibridi H-6, H-5 i H-4 od hibrida H-1, H-2 i H-3. Vrednost IPCAg1 hibrida značajno odstupaju od nule kada je u pitanju prinos zrna. Treba napomenuti, kao i kod ekspresije mase 100 zrna, da ne postoji jasna zakonitost visine prosečne vrednosti prinosa zrna i vrednosti parametara IPCAg1. Važno je, da je hibrid H-4 imao zadovoljavajući nivo stabilnosti i najviši prosečan prinos zrna, te može biti od interesa za dalju proizvodnju. U slučaju interakcije G x T najstabilniji su bili hibridi H-3, H-6 i H-1. Na osnovu IPCAg2 može se konstatovati da je na hibrid H-2 najniži bio uticaj tretmana, a da je na H-3 bio najveći uticaj tretmana, što je bio slučaj i kod mase 100 zrna. Da je značajan uticaj tretmana na prinos zrna hibrida kukuruza značajan pokazuje i prosečna vrednost prinosa zrna kod hibrida H-4 koji se odlikovao zadovoljavajućom stabilnošću tokom godina na različitim lokacijama. Niska stabilnost pri

različitim tretmanima, a najviša prosečna vrednost prinosa zrna je verovatno i posledica niskog uticaja tretmana, slično kao i kod mase 100 zrna. Ovo potvrđuje zaključak Sabaghniaa i sar. (2006) koji ukazuju da genotipovi sa minimalnom varijansom, kao i minimalnom vrednošći PC1 ose ili ova vrednost teži nuli u različitim spoljnim sredinama smatraju se stabilnim, te se mogu preporučiti za proizvodnju u uslovima ispitivanja.

Tabela 67. Analiza varijanse AMMI modela za vidinu biljke (cm) i visinu klipa (cm) kod ispitivanih linija kukuruza

Izvori variranja	df	Visina biljke			Izvori variranja	df	Visina klipa		
		SS	SS(%)	MS			SS	SS(%)	MS
Genotip (G)	5	40546	32.32	8109**	Genotip (G)	5	5910	23.48	1182**
Godina (Y)	1	43243	34.47	43243**	Godina (Y)	1	45	0.18	45**
Lokacija (L)	1	669	0.53	669**	Lokacija (L)	1	3756	14.92	3756**
Tretman (T)	3	16452	13.12	5484**	Tretman (T)	3	5250	20.86	1750**
G x Y	5	8286	6.61	1657**	G x Y	5	767	3.05	153**
IPCA1	5	8286		1657**	IPCA1	5	767		153.4**
IPCA2	3	0		0	IPCA2	3	0		0.0
G x L	5	1528	1.22	306**	G x L	5	546	2.17	109**
IPCA1	5	1528		306**	IPCA1	5	546		109.1**
IPCA2	3	0		0	IPCA2	3	0		0.0
G x T	15	1628	1.30	109**	G x T	15	1132	4.50	75**
IPCA1	7	1209		173	IPCA1	7	824		117.8**
IPCA2	5	316		63	IPCA2	5	214		42.8
Y x L	1	1481	1.18	1481**	Y x L	1	3528	14.02	3528**
Y x T	3	1435	1.14	478**	Y x T	3	154	0.61	51**
L X T	3	697	0.56	232**	L X T	3	271	1.08	90**
G x Y x L	5	417	0.33	83**	G x Y x L	5	94	0.37	19**
G x Y x T	15	1979	1.58	132**	G x Y x T	15	1441	5.72	96**
G x L x T	15	613	0.49	41	G x L x T	15	413	1.64	28**
Y x L x T	3	267	0.21	89**	Y x L x T	3	592	2.35	197**
G x Y x L x T	15	836	0.69	56**	G x Y x L x T	15	370	1.47	25**
Error	192	5345	4.25	28	Error	192	903	3.58	5
Ukupno	287	125.422	100.00		Ukupno	287	25172	100.00	

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

Prvi pogled na tabelu 67 pokazuje da se analizom varijanse AMMI modela došlo do zaključka da na visinu biljke i visinu klipa kod ispitivanih hibrida kukuruza značajno utiču sledeći pojedinačni izvori variranja: genotip, godina, lokacija i tretmani. Mogu se videti kakvi su odnosi raščlanjenih sume kvadrata aditivne (genetičke) i neaditivne (ekološke) komponente varijanse. Od svih oblika interakcije nije značajna samo interakcija $G \times L \times T$. Najveći pojedinačni izvor variranja je uslovljen godinama, zatim genotipom, tretmanom, a najniži lokacijama. Uticaj pojedinačno genotipa i godine je bio veći oko dva puta od uticaja tretmana. Udeo pojedinačnih izvora variranja u ukupnoj fenotipskoj varijansi je: genotipa iznosio je 32,32%, godina je 34,47%, lokacija je 0,53% i tretmana 13,12%, a ukupna interakcija 15,31%. To znači da su postojale značajne razlika između reakcije ispitivanih hibrida na različite ekološke faktore i tretmane u ogledu i da su hibridi različito reagovali na iste faktore, što je uzrokovalo značajan nivo interakcije i njihov značajan uticaj na ukupnu fenotipsku varijabilnost, što se ogleda u relativno visokom učešću interakcija u ukupnom variranju visine biljke. Takođe, relativno velika suma kvadrata genotipova i visoka vrednost učešća varijanse godine i tretmana u ukupnoj fenotipskoj varijabilnosti ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih hibrida i njihovo reagovanje na godine i primenjene tretmane, što se značajno odrazilo na visinu biljke. Da je to tako potvrđuju i značajne interakcije u slučajevima kada je jedan od faktora genotip. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotip sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju $G \times Y$ i $G \times L$, tako i za $G \times T$. Prve glavne komponente za interakciju $G \times Y$ i $G \times L$, IPCA1, obuhvatile su 100,00% od suma kvadrata i bile su statistički značajne, dok udeo druge komponente u oba slučaja je bio jednak nuli. Rezultati takođe pokazuju da sume kvadrata prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2) čine 100% sume kvadrata interakcije $G \times Y$ i $G \times L$. Takođe, prvoj PC1 osi pripada izuzetno visok udeo u ukupnoj interakciji, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 kada je u pitanju interakcija $G \times T$ iznosi 74,26%, a IPC2 čini 19,41%. IPC1 i IPC2 kod ove interakcije zajedno obuhvataju 93,67% interakcije. Treba konstatovati relativno visok nivo IPC2 koja se odnosi na uticaj tretmana u ovom konkretnom slučaju, ali i dalje značajno niži od uticaja genotipa.

Analizom varijanse za visinu klipa izvršena je podela izvora variranja kod ispitivanih hibrida (tabela 11). Prvi pogled na tabelu nam ukazuje na statistički vrlo značajan uticaj genotipa, godine, tretmana i svi oblici interakcije navedenih pojedinačnih izvora variranja. U odnosu na izvore pojedinačnih variranja kod visine biljke došlo je do promene kod visine klipa. Naime, veće je relativno učešće lokacije i tretmana, a manje godine i genotipa. Udeo genotipa

u ukupnoj fenotipskoj varijansi iznosio je 23,48%, udeo godina je 0,18%, udeo lokacija je 14,92%, udeo tretmana 20,86%, a ukupna interakcija 36,98%. Iz naprd navedenog, može se zaključiti da su postojale značajne razlika između reakcije ispitivanih hibrida na različite ekološke faktore i tretmane u ogledu i da su inbred linije različito reagovala na iste faktore, što je uzrokovalo visoke sume kvadrata pojedinih interakcija i njihov značajan uticaj na ukupnu fenotipsku varijabilnost. To se ogleda u visokom učešća interakcija u ukupnom variranju visine klipa. Takođe, relativno velika suma kvadrata genotipova i visoka vrednost učešća varijanse tretmana u ukupnoj fenotipskoj varijabilnost ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih hibrida i njihovo reagovanje na primenjene tretmane. Da je to tako potvrđuju i značajne interakcije između ispitivanih faktora. S obzirom na postojanje značajnog udela interakcije genotip sa drugim izvorima variranja (godina, lokacija i tretman), izvršena je AMMI analiza njenih glavnih komponenti IPCA1 i IPCA2 kako za interakciju G x Y i G x L, tako i za G x T. Prve glavne komponente za interakciju G x Y i G x L, IPCA1, obuhvatile su 100,00% od suma kvadrata i bile su statistički značajne, dok udeo druge komponente u oba slučaja je bo jednak nuli, što nam ukazuje na značaj genotipa u ukupnom variranju i značaj genotipa za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 kada je u pitanju interakcija G x T iznosi 72,79%, a IPC2 čini 18,90%. IPC1 i IPC2 kod ove interakcije zajedno obuhvataju 91,69% interakcije. Treba konstatovati relativno visok nivo IPC2 koja se odnosi na uticaj tretmana u ovom konkretnom slučaju, ali i dalje nekoliko puta niži od uticaja genotipa.

Tabela 68. IPCA komponente interakcije i AMMI vrednost stabilnosti za visinu biljke i visinu klipa kod ispitivanih hibrida kukuruza

Genotip	Visina biljke (cm)							Visina klipa (cm)						
	Opšti prosek	Genotip x godina		Genotip x lokacija		Genotip x tretman		Opšti prosek	Genotip x godina		Genotip x lokacija		Genotip x tretman	
		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2		IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2	IPCAg1	IPCAg2
H-1	228.7	1.648	0.00	0.085	0.00	0.107	1.558	99.29	-0.533	0.00	1.097	0.00	0.137	-1.356
H-2	223.5	0.650	0.00	-1.584	0.00	1.587	-0.772	89.29	0.781	0.00	-0.792	0.00	0.374	1.117
H-3	231.3	0.076	0.00	-1.187	0.00	1.695	0.277	89.96	1.598	0.00	-1.493	0.00	-2.571	0.020
H-4	256.0	-2.808	0.00	1.942	0.00	0.669	0.676	100.40	-1.338	0.00	0.409	0.00	0.940	-0.791
H-5	251.2	-1.714	0.00	0.315	0.00	1.074	-0.694	98.50	-0.632	0.00	0.045	0.00	0.621	0.487
H-6	235.3	2.147	0.00	0.429	0.00	-1.742	-1.045	92.69	0.124	0.00	0.733	0.00	0.500	0.523

Podaci dati u tabeli 68 prikazuju vrednosti IPCA komponenti interakcije kako za visinu biljke tako i za visinu klipa ispitivanih hibrida kukuruza. Prema vrednostima IPCAg1 u interakciji G x Y, kada je u pitanju visina biljke, hibrid H-3 ima vrednost koja teži nuli, te je stabilniji od ostalih hibrida. U slučaju interakcije G x L značajno većom stabilnošću od ostalih se odlikuje hibrid H-1. Vrednost IPCAg1 napred navedenih hibrida teži nuli te se mogu smatrati stabilnim hibridima, za razliku od ostalih čije vrednosti ovog parametra značajno odstupaju od nule kada je u visina biljke. Treba napomenuti da ne postoji jasna zakonitost visine prosečne vrednosti visine biljke i vrednosti parametara IPCAg1. U slučaju interakcije G x T najstabilniji su bili hibridi H-1 i H-4. Na osnovu IPCAg2 može se konstatovati da je na hibrid H-3 najniži bio uticaj tretmana, a da je na H-1 bio najveći uticaj tretmana, što je slučaj i kod visine klipa. Niska vrednost parametara stabilnosti ili vrednosti koje teže nuli pri različitim tretmanima, a visoka prosečna vrednost je verovatno i posledica niskog uticaja tretmana.

Analiza data u ovoj tabeli 68 ukazuje da je vrednost IPCAg2 za interakciju G x L, G x Y bile jednake nuli kako za visinu biljke, tako i visinu klipa. Prema vrednostima IPCAg1 u interakciji G x Y, najstabilniji hibrid je bio H-6, dok vrednost IPCAg1 ostalih hibrida značajno odstupaju od nule kada je u pitanju visina klipa. Kod interakcije G x L najstabilniji hibrid je H-5. U slučaju interakcije G x T može se konstatovati da su najstabilniji hibridi bili H-1 i H-2. Na osnovu IPCAg2 može se konstatovati da je na hibrid H-3 najniži bio uticaj tretmana, a da je na hibrid H-1 bio najveći uticaj tretmana. Da je značajan uticaj tretmana na visinu klipa značajan pokazuje i ekspresija ove osobine kod hibrida koji se odlikovao zadovoljavajućom stabilnošću tokom godina na različitim lokacijama i pri različitim tretmanima uz visoke prosečne vrednosti visine klipa, što je verovatno i posledica niskog uticaja tretmana. Ne postoji jasna zakonitost visine prosečne vrednosti visine klipa i parametara IPCAg1.

6.4. GGE biplot analiza stabilnosti ispitivanih osobina kukuruza

U ovim istraživanjima su urađene dve vrste biplota za stabilnost ispitivanih osobina za linije i hibride, jer se ove grupe genotipova razlikuju kako po svojoj ekspresiji osobina tako i po značaju za oplemenjvanje. Takođe su u analizi urađene dve vrste biplota, prvi biplot prikazuje stabilnost ekspresije ispitivane osobine genotipova prema lokalitetima. Druga vrsta biplota prikazuje stabilnost u odnosu na primenjeni tretman. Varijabilnost ispitivanih osobina i stabilnost osobine genotipova može se prikazati grafički primenom GGE-biplot metoda u vidu biplota. Pri tome, x-osu koordinatnog sistema čini prva glavna komponenta interakcije (PC1), dok druga glavna komponenta interakcije (PC2), čini y-osu. Genotipovi sa visokom vrednošću PC1 komponente odlikuju se iznad prosečnom ekspresijom ispitivane osobine. Nasuprot tome, druga komponenta interakcije ukazuje na genotipsku stabilnost, kada njena vrednost teži nuli, odnosno nestabilnost kada se vrednost udaljava od nule. Ispitivani genotipovi svojim rasporedom na grafikonu mogu formirati četiri grupe. Prvu čine nadprosečni i stabilni genotipovi (visoka vrednost PC1, niska vrednost PC2), drugu grupu nadprosečni i nestabilni genotipovi (visoka vrednost PC1, visoka vrednost PC2), treću ispodprosečni i stabilni (niska vrednost PC1, niska vrednost PC2), i četvrtu ispodprosečni i nestabilni (niska vrednost PC1, visoka vrednost PC2).

Dakle, genotipovi od interesa u istraživanju i proizvodnju su genotipovi sa visokim vrednostima komponente PC1 kada je reč o osobinama kod kojih se izdvajaju + varijante, tj. što veća prosečna vrednost ispitivane osobine i vrednostima komponente PC2 što niža, tj. bliska nuli. Kod osobina kod kojih se u selekciji poželjne - varijante poželjniji su genotipovi sa ispodprosečnom vrednošću PC1. Genotipovi sa niskom vrednošću PC2 se odlikuju širokom adaptabilnošću, za razliku od genotipova specifične adaptabilnosti koji su locirani daleko od koordinativnog početka. Prema tome, visoka vrednost PC2 ukazuje da je najbolja ekspresija ispitivane osobine u specifičnim agroekološkim uslovima.

Jedna od pogodnosti GGE-biplot metoda je prikaz modela "which-won-where", tj. grafički raspored i poređenje genotipova i lokaliteta prema ekspresiji ispitivane osobine. Razlikuje se od grafikona za stabilnost samo po tome što se povezivanjem genotipova koji su najudaljeniji od koordinativnog početka dobija višeugaono geometrijsko telo, unutar koga se nalaze svi ostali genotipovi. Genotipovi koji zauzimaju uglove tog tela, predstavljaju genotipove sa najboljom ili najslabijom ekspresijom ispitivane osobine. Povlačenjem osa iz koordinativnog početka, koje zaklapaju ugao od 90 stepeni sa stranama višeugaonog

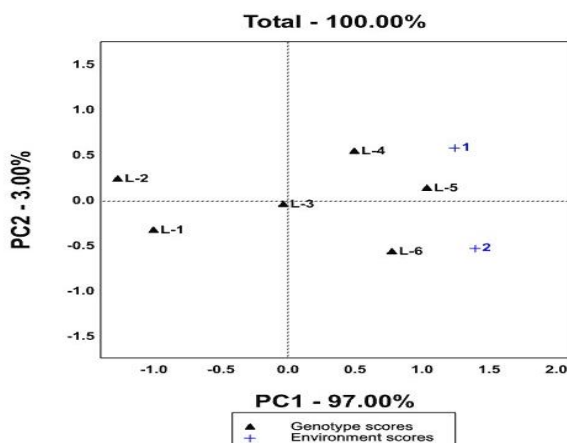
geometrijskog tela ili zamišljenim produžetkom tih strana, biplot se deli na više sektora na osnovu kojih se grupišu genotipovi i lokaliteti.

Takođe, ova analiza nam omogućuje da izvršimo poređenje naših genotipova sa idealnim genotipom na lokalitetima ispitivanja. Formiranjem koordinata prosečnog lokaliteta omogućava se poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom. Položaj idealnog genotipa na biplotu je prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega i definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 svih lokaliteta. To je genotip koji je, teoretski, ostvario najbolju ekspresiju ispitivane osobine u svim lokalitetima. Sa njim se porede ispitivani genotipovi i rangiranje se sprovodi na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi.

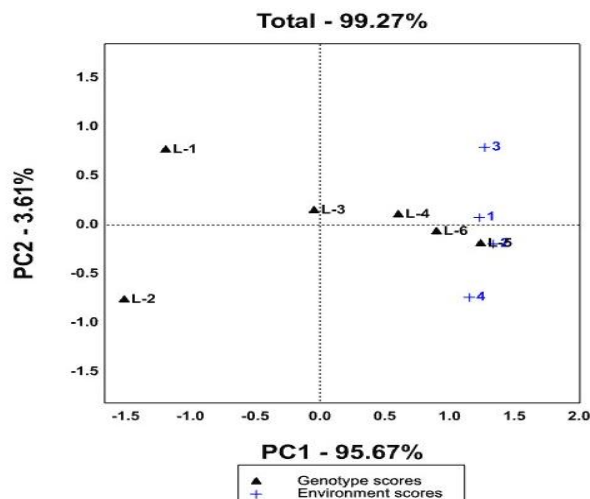
6.4.1.GGE biplot analiza stabilnosti ispitivanih osobina linija kukuruza

6.4.1.1.Broj redova zrna inbred linija

Na grafikonu 5 je prikazana stabilnost ekspresije broja redova zrna kod linija posmatrana prema lokalitetima. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije broja redova zrna ispoljio je genotip L-3, čija se prosečna vrednost za ispitivanu osobinu skoro poklapa sa ukupnim prosekom za sve genotipove uključene u istraživanje. Genotip L-5, koji ima najbolju ekspresiju ove osobine, takođe se odlikuje visokom stabilnošću. Mnogo manju stabilnost su ispoljili genotipovi L-6 i L-4, dok genotipovi L-2 i L-1 nisu od značaja za proces daljeg oplemenjivanja u pogledu ispitivane osobine jer imaju ispod prosečnu ekspresiju broja redova zrna.



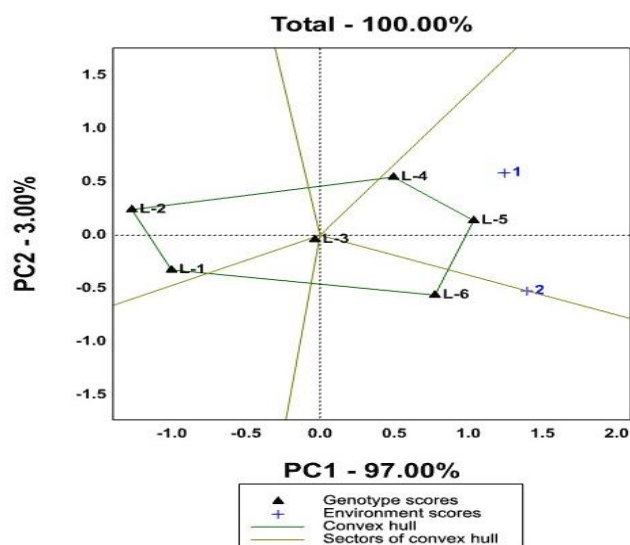
Grafikon 5. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj redova zrna linija na osnovu lokaliteta



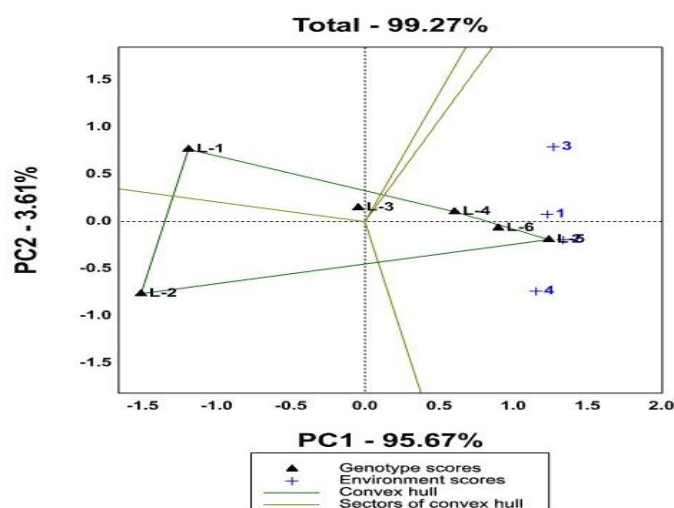
Grafikon 6. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj redova zrna linija na osnovu tretmana.

Grafikon 6 prikazuje stabilnost ekspresije broja redova zrna linija posmatrana prema tretmanima. Može se zaključiti da je najveću stabilnost u pogledu ekspresije broja redova zrna ispoljio je genotip L-6, a zatim genotipovi L-4, L-5 i L-3. Najmanju stabilnost su ispoljili genotipovi L-2 i L-1, čime je ponovo potvrđeno da ovi genotipovi nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine. Može se zaključiti da je konstantnu stabilnost ekspresije broja redova zrna ispoljio genotip L-5, kako u pogledu ispitivanih lokaliteta, tako i primenjenih tretmana, što je u saglasnosti sa opštim prosekom broja redova zrna ove inbred linije. Sličan zaključak se može izvući i za genotip L-3, za koji se može reći da ne predstavlja nešto novo u selekciji, s obzirom da je po prosečnoj vrednosti na nivou proseka.

Na grafikonu 7 može se videti da ose projektovane iz koordinativnog početka dele biplot na 5 sektora. Najbolju ekspresiju u prvom lokalitetu (Pančevo) imali su genotipovi L-5 i L-4. Kako se vrednost lokaliteta 2 nalazi na samoj granici dva sektora, fenotipska ekspresija pomenutih genotipovi bila je visoka i u ovom lokalitetu. Genotip L-6 je imao dobru ekspresiju samo u Zemun Polju (druga lokacija). Ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat ni u jednom od posmatranih lokaliteta.



Grafikon 7. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna linija na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

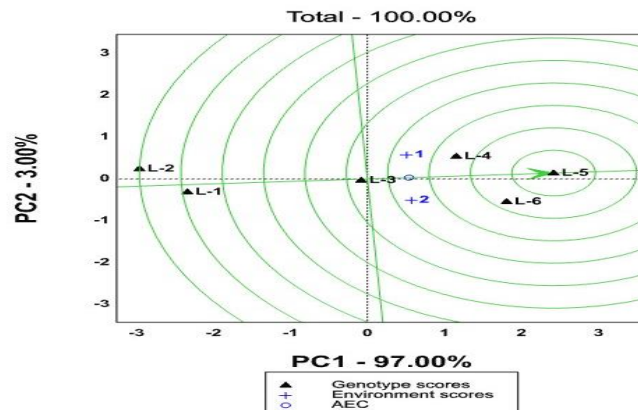


Grafikon 8. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna linija na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

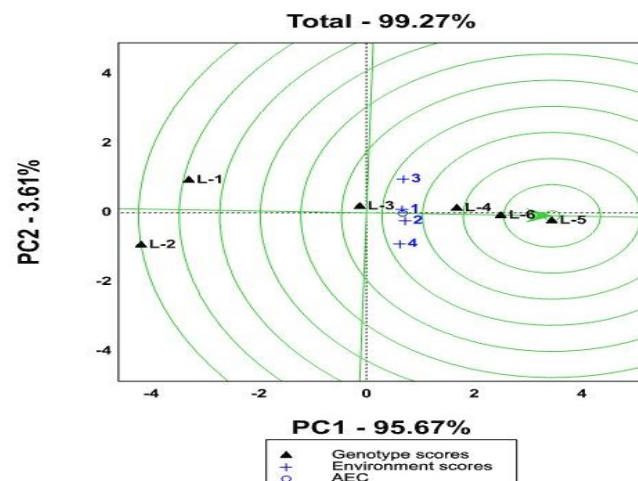
Polje kordinatnog sistema na grafikonu 8 je podeljeno u četiri sektora. Svi tretmani i četiri genotipa su smešteni u jedan i to najveći sektor. Na osnovu prikazane fenotipske ekspresije za broj redova zrna, genotipovi L-4, L-5 i L-6 zauzimaju isti sektor na biplotu. Pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti kod svih ispitivanih tretmana, koji su prema svojim prosečnim vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru. Genotipovi L-1, L-2 i L-3 nisu pokazali dobar rezultat pri primenjeni tretmana.

Grafikon 9 i 10 prikazuju poređenje ispitivanih linija sa idealnim genotipom za ekspresiju broja redova zrna prema lokalitetima i tretmanima. Na grafiku biplot prikazuje vrednost fenotipske ekspresije i stabilnost genotipa L-5 se poklapa sa idealnim genotipom, sledi

L-6, zatim L-4 itd. I kod primenjenih tretmana genotip L-5 je najbliži idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije. Genotipovi L-6 i L-4 ispoljili su zadovoljavajuću stabilnost ali niži stepen ekspresije za posmatranu osobinu.



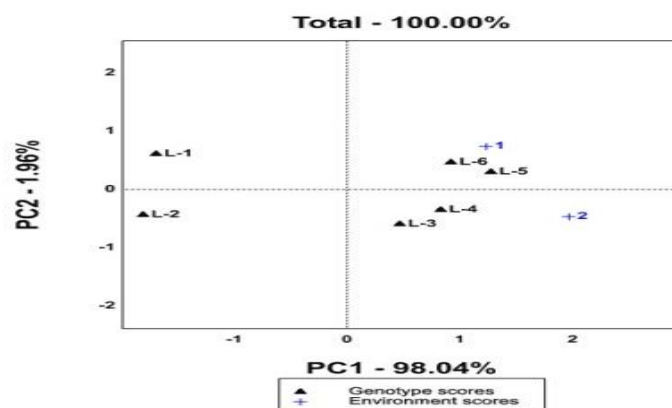
Grafikon 9. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa



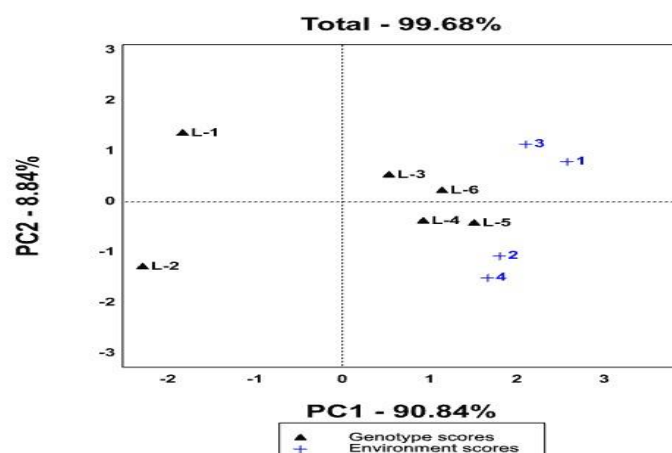
Grafikon 10. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna linija na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

6.4.1.2. Broj zrna u redu inbred linija

Na grafikonu br 11 je prikazana stabilnost linija po pitanju broja zrna u redu u odnosu na lokacije. Može se zaključiti da najveću stabilnost i najbolju ekspresiju broja zrna u redu ispoljila linija L-5. Manju stabilnost su ispoljili genotipovi L-6, L-4 i L-3, dok genotipovi L-2 i L-1 nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine, s obzirom da imaju ispod prosečnu ekspresiju broja zrna u redu.

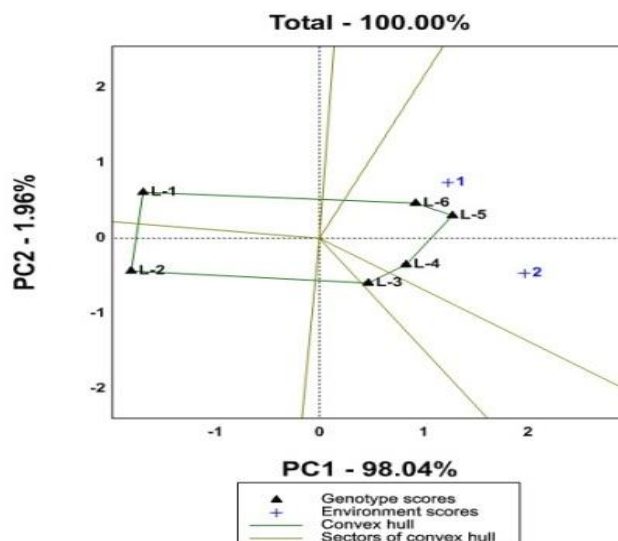


Grafikon 11. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj zrna u redu linija na osnovu lokaliteta



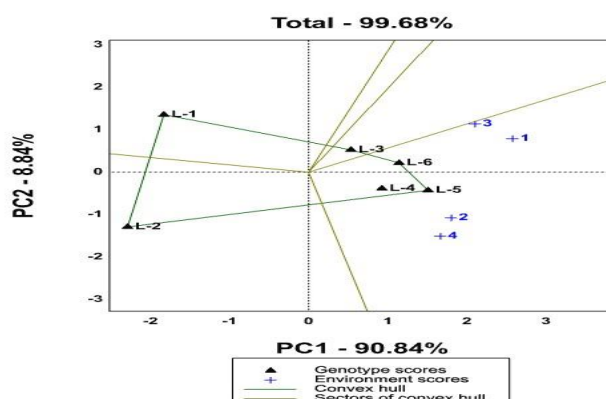
Grafikon 12. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije broja zrna u redu linija na osnovu tretmana

Grafikon 12 prikazuje stabilnost ispitivanih linija u zavisnost od tretmana. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije broja zrna u redu ispoljio je genotip L-6, a zatim genotipovi L-4, L-5 i L-3. Najmanju stabilnost su ispoljili genotipovi L-2 i L-1, čime je ponovo potvrđeno da ovi genotipovi nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine. Može se zaključiti da je konstantnu stabilnost ekspresije broja zrna u redu ispoljio genotip L-5, kako u pogledu ispitivanih lokaliteta, tako i primenjenih tretmana. Sličan zaključak se ne može izvući i za ostale inbred linije jer na njih različito utiču faktori spoljne sredine i tretmani. Takođe, može se videti da po pitanju ove osobine u proces dalje selekcije ne treba uključivati linije L-1 i L-2.



Grafikon 13. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu linija na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

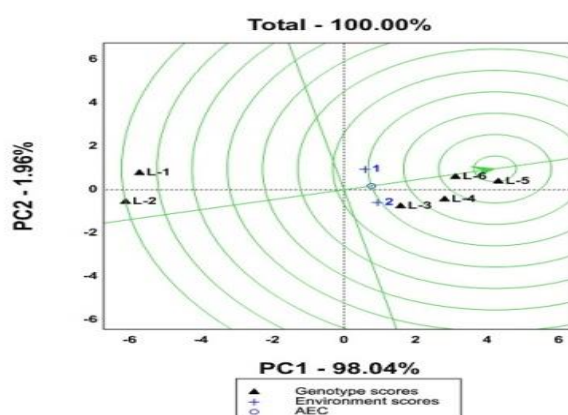
Interesantno je napomenuti kada je u pitanju broj zrna u redu da su svi genotipovi na uglovima nepravilnog višegaonoga (grafikon 13). Ni jedan genotip nije unutar ove zatvorene višegaone konstrukcije. Ose iz koordinativnog početka dele biplot na 6 sektora. Najbolju ekspresiju u lokalitima ispitivanja su imali genotipovi L-6, L-5 i L-4, dok ostali genotipovi nisu imali zadovoljavajuću ekspresiju i stabilnost ove osobine na lokalitetima ispitivanja. Prema tome, ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat ni u jednom od lokaliteta.



Grafikon 14. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu linija na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

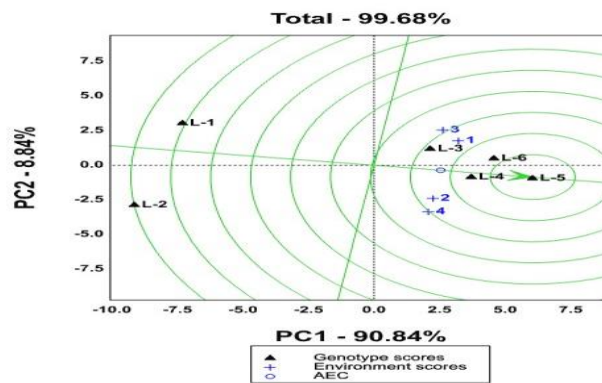
Na grafikonu 14 se jasno izdvaja 5 sektora. Vidi se da na osnovu prikazane fenotipske ekspresije za broj zrna u redu, genotipovi, L-4, L-5 i L-6 zauzimaju isti sektor na biplotu. Pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti kod svih ispitivanih tretmana, jer su u istom sektoru smešteni i ispitivani tretmani. Genotipovi L-1, L-2 i L-3 nisu pokazali zadovoljavajući rezultat u pogledu primenjenih tretmana.

Poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom za ekspresiju broja zrna u redu kod linija prema lokalitetima je dato na grafikonu 15. Na biplotu se može videti da se vrednost fenotipske ekspresije i stabilnost genotipa L-6 poklapa sa idealnim genotipom, sledi L-5, zatim L-4 i L-3.



Grafikon 15. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

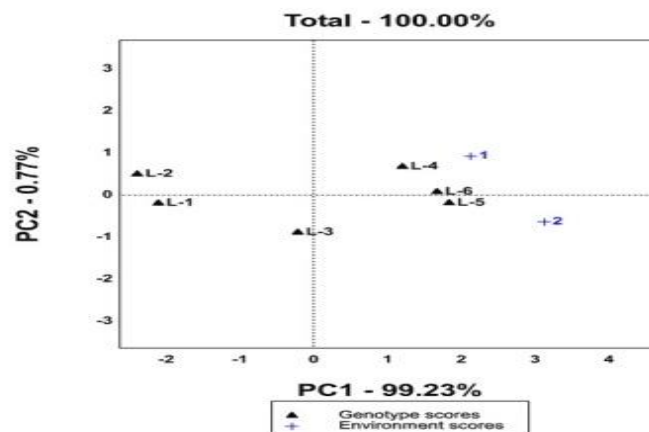
Grafikon br 16 prikazuje poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom za ekspresiju broja zrna u redu kod linija prema tretmanima. Kod primenjenih tretmana genotip L-5 je najbliži idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije. Genotipovi L-6 i L-4 ispoljili su zadovoljavajuću stabilnost ali niži stepen ekspresije za posmatranu osobinu.



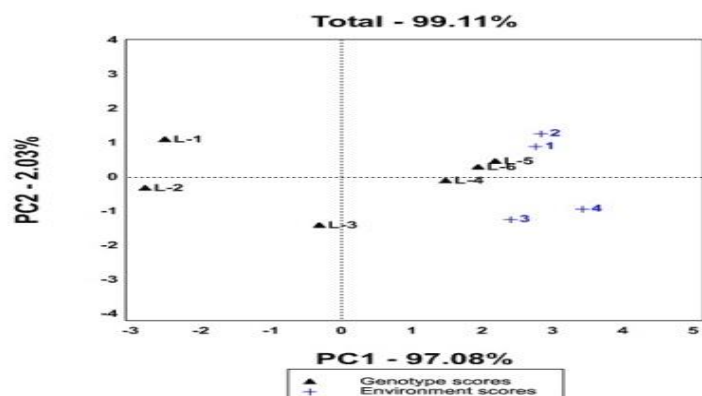
Grafikon 16. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

6.4.1.3. Masa 100 zrna inbred linija

Linije L-6, L-5 i L-4 su imale najbolju ekspresiju i odlikuje se visokom stabilnošću za masu 100 zrna (grafikon 17). Navedene linije su nivo ekspresije i stabilnosti ostvarile na prvoj lokaciji. Linija L-3 ima prosečnu ekspresiju i visoku stabilnost, dok genotipovi L-2 i L-1 nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine, s obzirom da imaju ispod prosečnu ekspresiju i visoku stabilnost.

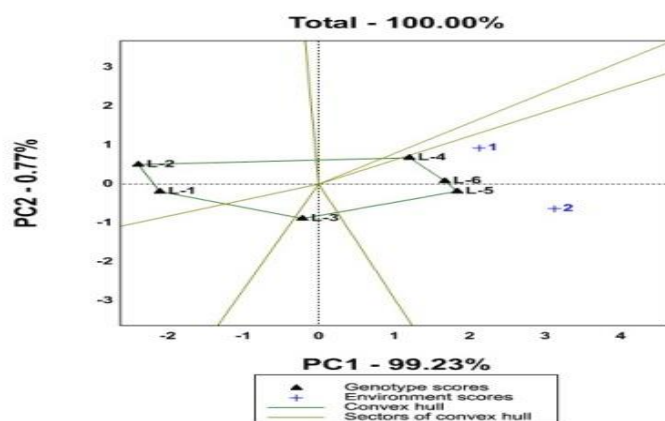


Grafikon 17. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za masu 100 zrna linija na osnovu lokaliteta



Grafikon 18. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za masu 100 zrna linija na osnovu tretmana.

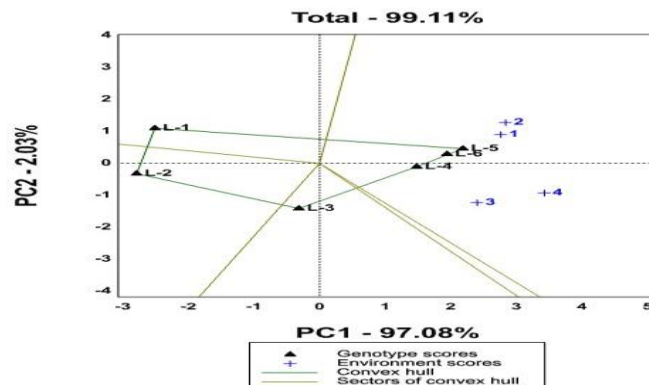
Slično je dobijeno na osnovu analize pri različitim tretmanima na grafikonu 18 kao i na prethodnom grafikonu. Linije L-4, L-5 i L-6 su imale najbolju ekspresiju i odlikovale su se visokom stabilnošću za masu 100 zrna. Linija L-3 ima prosečnu ekspresiju i nizak nivo stabilnosti, dok genotipovi L-2 i L-1 nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine, s obzirom da imaju ispod prosečnu ekspresiju.



Grafikon 19. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna linija na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

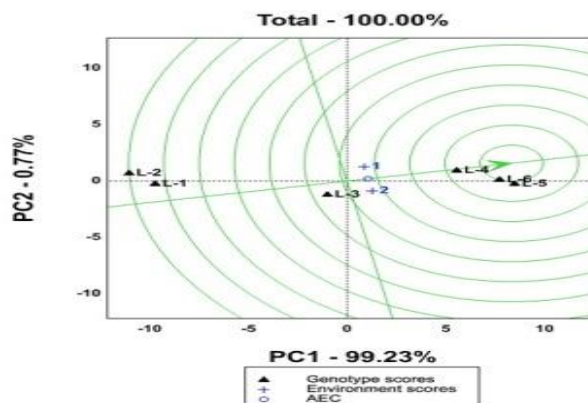
Ose iz koordinativnog početka dele biplot na šest sektora (grafikon 19). Obe lokacije pripadaju istom sektoru. Najbolju ekspresiju u prvom i drugom lokalitetu imali su genotipovi L-6, L-5 i L-4. Kako se vrednost oba lokaliteta nalaze u stom sektoru, fenotipska ekspresija

pomenutih genotipovi bila je visoka u oba lokaliteta. Ostala tri genotipa nisu pokazala zadovoljavajući rezultat ni u jednom od posmatranih lokaliteta.



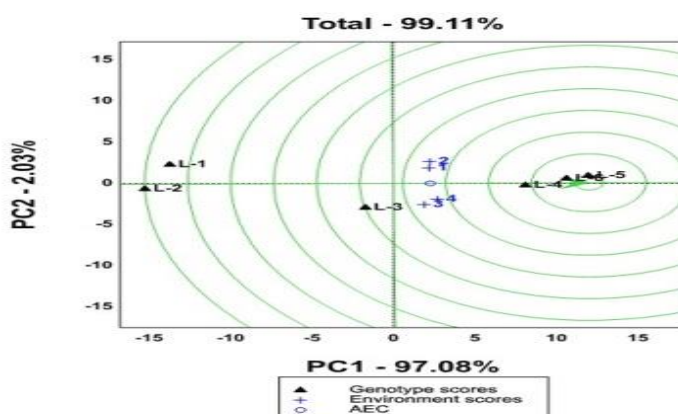
Grafikon 20. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna linija na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

Na grafikonu 20 može se videti da ose iz koordinativnog početka dele biplot na pet sektora. Svi tretmani pripadaju istom sektoru. Na osnovu prikazane fenotipske ekspresije za masu 100 zrna, genotipovi L-5, L-4 i L-6 zauzimaju isti sektor na biplotu. Najbolju ekspresiju u kontroli, drugom i trećem tretmanu su postigli genotipovi L-6, L-5 i L-4. Kako se vrednost svih tretmana nalazi u istom sektoru, fenotipska ekspresija pomenutih genotipovi bila je visoka kod svih tretmana. Prema tome, pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti kod svih ispitivanih tretmana, koji su prema svojim prosečnim vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru. Ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat ni u jednom od primenjenih tretmana.



Grafikon 21. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

Na grafikonu 21 je prikazano poređenje ispitivanih linija sa idealnom za ekspresijom mase 100 zrna prema lokalitetima. Položaj idealnog genotipa na biplotu je prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega i definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 svih lokaliteta. To su genotip L-4, L-5 i L-6 koji su, teoretski posmatrano, ostvarili najbolju ekspresiju ispitivane osobine na obe lokacijama. Sa njima se porede svi ispitivani genotipovi i rangiranje se sprovodi na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Ostale linije su daleko od idealne kako po pitanju ekspresije date osobine tako i po pitanju stabilnosti.

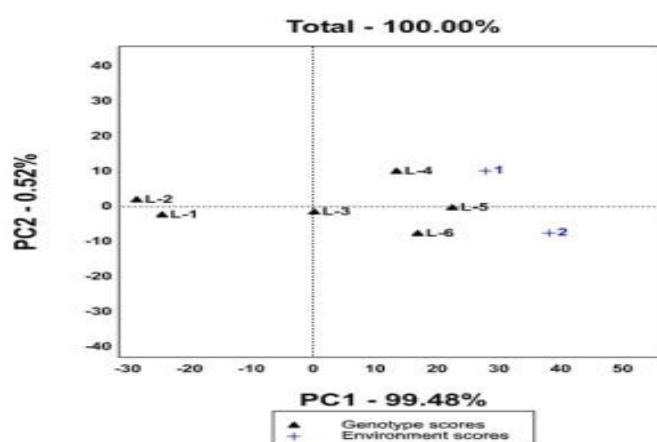


Grafikon 22. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna linija na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

I kod biplot analize primenjenih tretmana iste linije su zauzele najmanji krug sa strelicom i najbliže su idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije, dok ostale linije su daleko od idealne kako po pitanju ekspresije date osobine tako i po pitanju stabilnosti (grafikon 22).

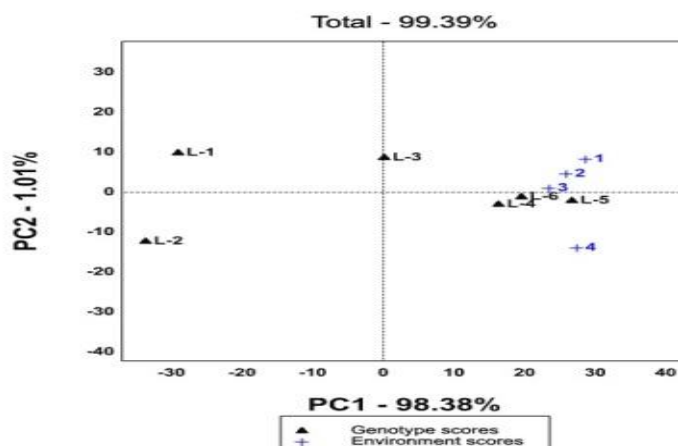
6.4.1.4. Prinos inbred linija

Varijabilnost i stabilnost prinosa zrna linija je prikazan na grafikonu 23 primenom GGE-biplot metoda, u vidu biplota. Prva glavna komponenta interakcije (PC1) čini x-osu, dok druga glavna komponenta interakcije (PC2) čini y-osu. Genotipovi sa visokom vrednošću PC1 komponente odlikuju se iznad prosečnom ekspresijom ispitivane osobine. Nasuprot tome, druga komponenta interakcije ukazuje na genotipsku stabilnost. Kada njena vrednost teži nuli genotipovi su stabilni. Dakle, genotipovi od interesa u istraživanju su linije sa visokim vrednostima komponente PC1, tj. sa što većim prinosom zrna i vrednostima komponente PC2 bliskim nuli.



Grafikon 23. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za prinos linija na osnovu lokaliteta

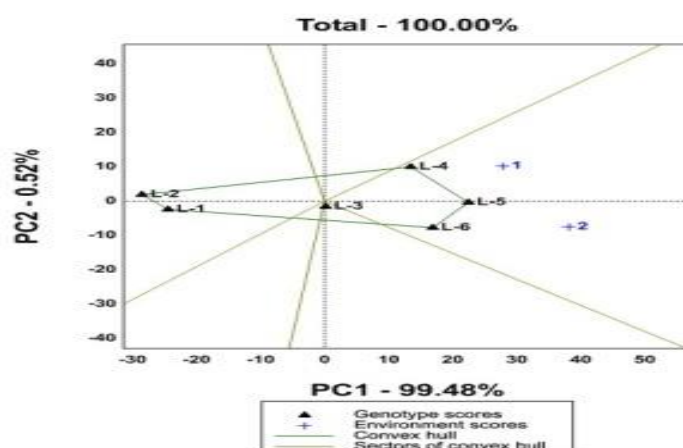
Slično broju redova zrna imamo i raspored ispitivanih linija u kordinatnom sistemu za prinos zrna (grafikon 23). Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna ispoljili su genotipovi L-3 i L-3, čije se prosečne vrednosti za ispitivanu osobinu po pitanju stabilnosti skoro poklapaju sa nulom. Treba napomenuti da se srednja vrednost linije L-3 skoro poklapa sa ukupnim prosekom za sve genotipove uključene u istraživanje. Genotip L-5, koji ima najbolju stabilnost ima i najbolju ekspresiju, prema tome on se odlikuje visokom ekspresijom i visokom stabilnošću. Najmanju stabilnost su ispoljili genotipovi L-6 i L-4, ali se odlikuju dobrom ekspresijom ove osobine u ispitivanim lokacijama, dok genotipovi L-2 i L-1 nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine, jer imaju ispod prosečnu ekspresiju.



Grafikon 24. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za prinos linija na osnovu tretmana

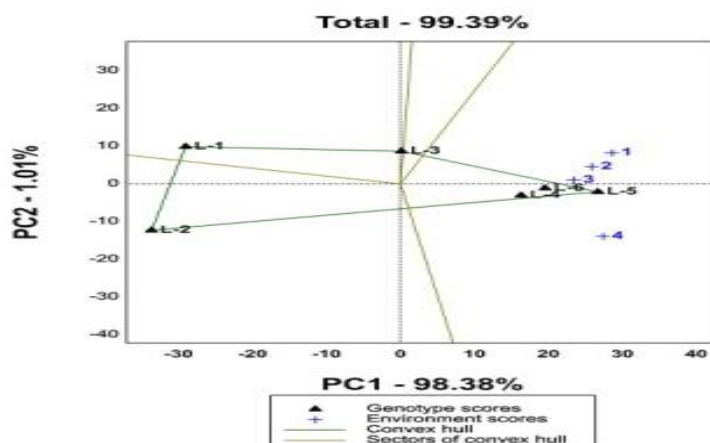
Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna ispoljio je genotip L-5, a zatim genotipovi L-4, L-6 i L-3 pri različitim tretmanima (grafikon 24). Najmanju stabilnost ispoljili genotipovi L-2 i L-1, čime je ponovo potvrđeno da ovi genotipovi nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine. Može se zaključiti da je konstantnu stabilnost ekspresije prinosa zrna ispoljio genotip L-5, kako u pogledu ispitivanih lokaliteta, tako i primenjenih tretmana. Sličan zaključak se može izvesti i za genotip L-3, za koji se može reći da ne predstavlja ništa novo u selekciji, s obzirom na visinu prinosa koji je postigla na lokacijama pri različitim tretmanima.

Na grafikonu 25 dat je grafički raspored i poređenje genotipova i lokaliteta prema ekspresiji prinosa zrna, a na grafikonu 26 je izvršeno poređenje genotipova i tretmana prema ekspresiji iste osobine. Grafički prikaz je dopuna prethodnih grafikona koji se odnose na stabilnost gde su povezani genotipovi koji su najudaljeniji od koordinativnog početka, tako da se dobija višeugaono geometrijsko telo, unutar koga se nalaze ostaci genotipovi. Genotipovi koji zauzimaju uglove tog tela, predstavljaju genotipove sa najboljom ili najslabijom ekspresijom prinosa zrna. Povlačenjem osa iz koordinativnog početka, koje zaklapaju ugao od 90 stepeni sa stranama višeugaonog geometrijskog tela ili zamišljenim produžetkom tih strana, biplot se deli na više sektora na osnovu kojih se grupišu ispitivani genotipovi.



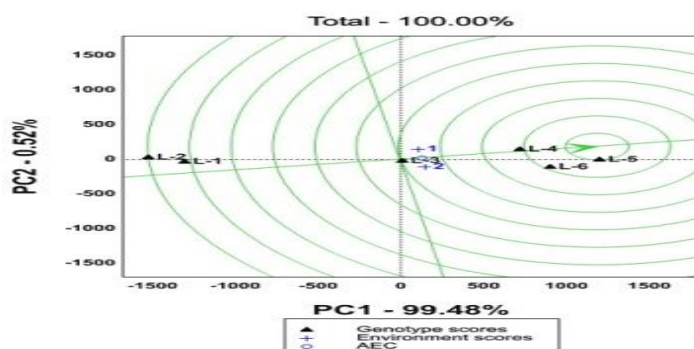
Grafikon 25. GGE-biplot prikaz za prinos linija na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

Ose iz koordinativnog početka dele biplot na pet sektora (grafikon 25). Oba lokaliteta pripadaju istom sektoru. Najbolju ekspresiju i najveću stabilnost u prvom lokalitetu ostvarila je L-5. L-4 je imala nešto nižu ekspresiju i niži nivo stabilnost u prvoj lokaciji. Kako se vrednost drugog lokaliteta nalazi u istom sektoru ekspresija ove osobine kod linije L-6 je bila izraženija u ovoj lokaciji ali sa nešto nižom stabilnošću. Ekspresija prinosa zrna kod L-3 se poklapa sa opštim prosekom, a vrednost PC2 teži nulu, te je ova linija stabilna ali ne predstavlja izazova za selekcionere. Ostala tri genotipa nisu pokazala rezultat od značaja ni u jednom od posmatranih lokaliteta.



Grafikon 26. GGE-biplot prikaz za prinos linija na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

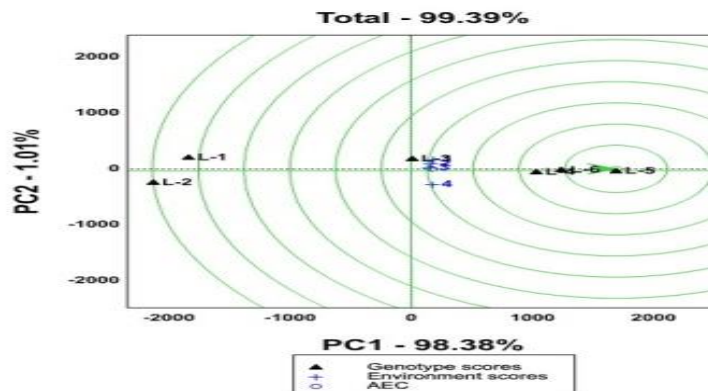
Kordinatni sistem je podeljen u četiri sektora (grafikon 26). Svi tretmani su u istom sektoru. Na osnovu prikazane fenotipske ekspresije za prinos zrna, genotipovi L-5, L-6 i L-4 zauzimaju isti sektor na biplotu. Pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti kod ispitivanih tretmana, koji su prema svojim prosečnim vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru. Genotipovi L-1, L-2 i L-3 nisu pokazali dobar rezultat u pogledu primenjenih tretmana.



Grafikon 27. GGE-biplot prikaz za prinos linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

Na grafikonu 27 je izvršeno formiranje kordinata prosečnog lokaliteta koje omogućava poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom. Položaj idealnog genotipa prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega, a definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 ispitivanih lokaliteta. To je genotip koji je ostvario najbolju ekspresiju ispitivane osobine u svim lokalitetima. Sa njim se porede ispitivani genotipovi i rangiranje se sprovodi na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Na ovom grafikonu možemo videti da L-5 teži idealnom genotipu, a da su linije L-4 L-6 nešto udaljenije. U kordinatnom sistemu se vidi da se skoro poklapaju mesta lokacija sa ekspresijom ove osobine kod linije L3, ali ekspreija prinosa zrna kod ove linije je daleko od idealne. Ostale linije su na suprotnom kraju od idealnog genotipa i nisu interesantne za dalji proces oplemenjivanja.

I kod primenjenih tretmana linije L-5 i L-6 su u najmanjem krugu, dok L-4 je na samom obodu kruga, te su ove linije najbliže idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije (grafikon 28). Slično kao i kod ispitivanih lokacija vidi da se u kordinatnom sistemu skoro poklapaju mesta tretmana sa ekspresijom ove osobine kod linije L3, ali ekspreija prinosa zrna kod ove linije je daleko od idealne. Ostale linije su na suprotnom kraju od idealnog genotipa i nisu interesantne za dalji oplemenjivanjivački rad.

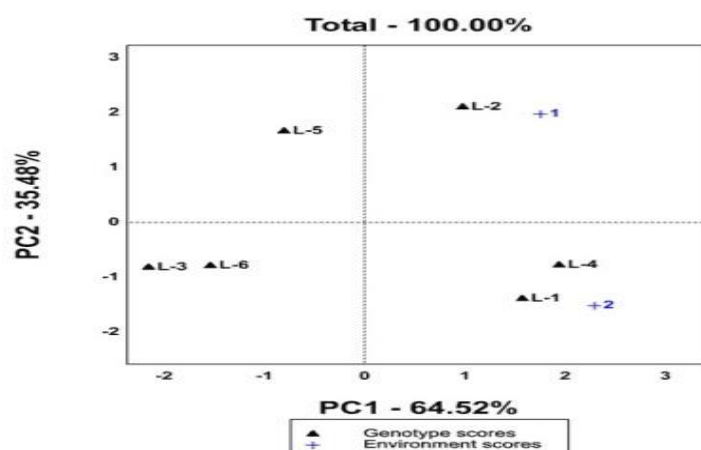


Grafikon 28. GGE-biplot prikaz za prinos linija na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

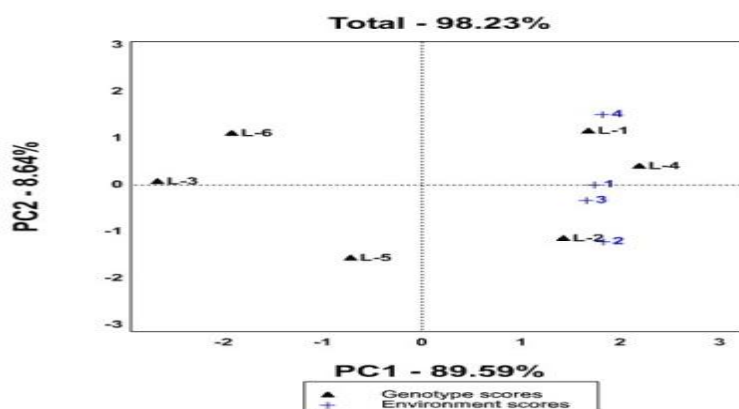
6.4.1.5. Visina biljke inbred linija

Na grafikonu br. 29 je prikazana stabilnost ekspresije visine biljke na posmatranim lokacijama. Može se videti da je prva lokacija najviše odgovarala za L-2 genotip, dok je lokacija 2 bila povoljna za linije L-4 i L-1, jer je i ekspresija ove osobine kod ovih genotipova bila izraženija u ovim lokacijama. Linije L-5, L-3 i L-6 nisu imale ni odgovarajuću ekspresiju kao ni zadovoljavajuću stabilnost.

Na grafikonu 30 je prikazana stabilnost ekspresije visine biljaka u zavisnosti od primenjenih tretmana. Kako se na grafikonu može videti slična se situacija zadržala i kod ekspresije pri različitim tretmanima. Tretman 3 je najviše odgovarao liniji L-1, a L-4 može zadovoljavajući nivo ekspresije ove osobine da ostvari i pri kontoli, drugom i trećem tretmanu, s tim da ova linija ima veću stabilnost i ekspresiju pri pomenutim tretmanima. Liniji L-2 najviše odgovara tretman 1 jer je u tim uslovima imala zadovoljavajuću ekspresiju, ali nižu stabilnost od linije L4. Linije L-5, L-3 i L-6 nisu imale ni odgovarajuću ekspresiju kao ni zadovoljavajuću stabilnost, ali ove linije ne mogu biti isključene iz daljeg oplemenjivačkog rada jer se odlikuju dobrom ekspresijom drugih osobina od značaja za proizvodnju semena hibrida.



Grafikon 29. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu biljke linija na osnovu lokaliteta

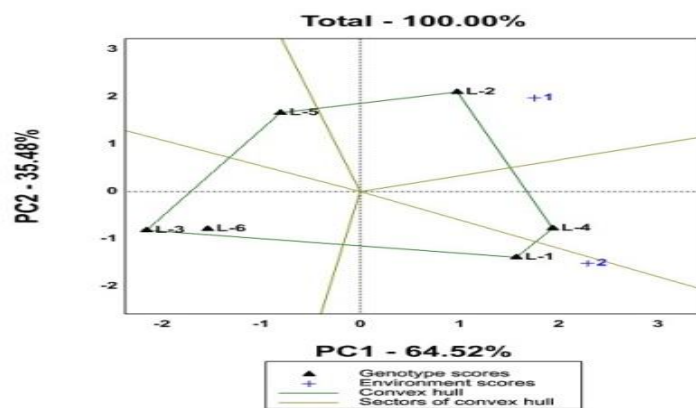


Grafikon 30. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu biljke linija na osnovu tretmana

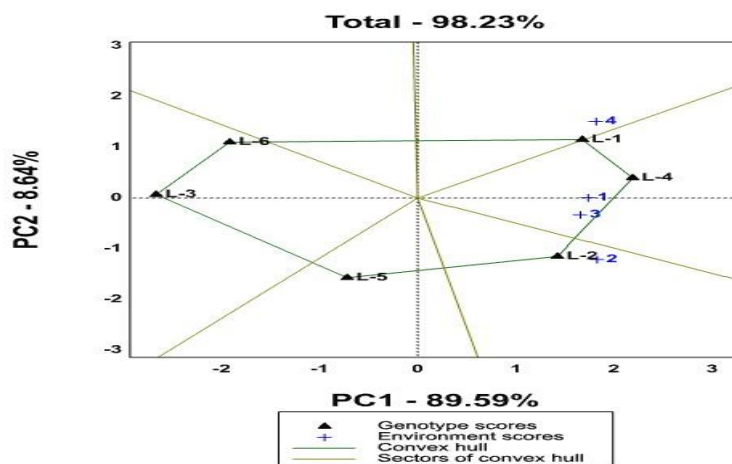
Na grafikonu br 31 koji daje prikaz stabilnosti visine biljke prema lokalitetima po modelu „wich-won-where“ kordinatni sistem je podeljen u pet segmenata. Sve linije su na uglovima nepravilnog višeugaonika. Najbolju ekspreiju u lokalitetu 1 je ostvarila L-2, a u lokalitetu 2 je imala L-1, dok L-4 više gravitira lokaciji 2. Linije L-5, L-3 i L-6 nisu interesantne ni po svojoj ekspresiji osobine ni po svojoj stabilnost. Ovim linijama ne odgovara ni jedna od lokacija.

Do sličnog zaključka kao na grafikonu 31 koji prikazuje stabilnost ekspresije visine biljaka u zavisnosti od primenjenih tretmana se može doći i na osnovu grafikona 32 koji isto

to prikazuje ali samo po modelu wick-won-where. Kordinatni sistem je podeljen u šest segmenata. Genotipu L-1 najviše odgovara tretman 3, a L-4 može zadovoljavajući nivo ekspersije ove osobine da ostvari i pri kontroli, 2 i 3 tretmanu, s tim da ova linija ima veću stabilnost i ekspresiju pri pomenutim tretmanima. Liniji L-2 najviše odgovara tretman 1 jer je u tim uslovima imala zadovoljavajuću ekspresiju, ali nižu stabilnost od linije L-4. Linije L-5, L-3 i L-6 nisu imale ni odgovarajuću ekepresiju kao ni zadovoljavajuću stabilnost u datim uslovima.



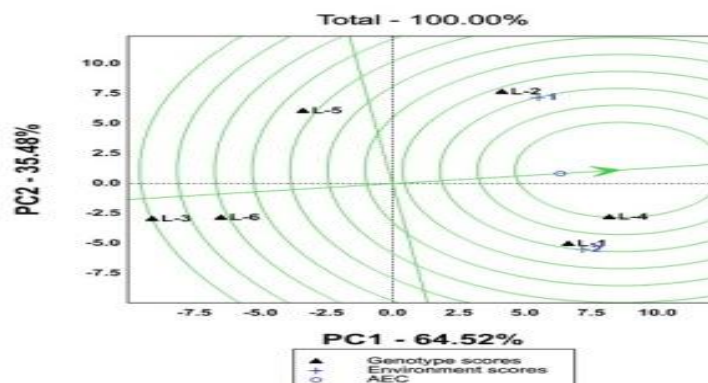
Grafikon 31. GGE-biplot prikaz za visinu biljke linija na osnovu lokaliteta po modelu „wick-won-where“



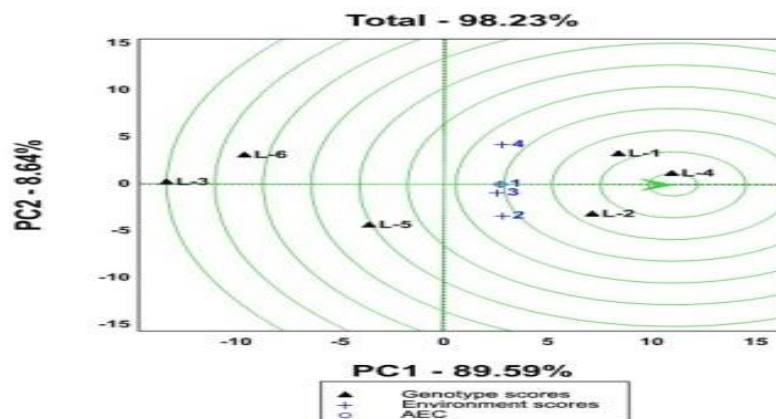
Grafikon 32. GGE-biplot prikaz za visinu biljke linija na osnovu tretmana po modelu „wick-won-where“

Na grafikonu br 33 položaj idealnog genotipa na biplotu je prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega i definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 svih lokaliteta. Linija

L-4 je teoretski, ostvarila najbolju ekspresiju ispitivane osobine u svim lokalitetima. Sa ovom linijom se porede ostale ispitivane linije i vrši njihovo rangiranje na osnovu osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Na gornjem biplotu, vrednost fenotipske ekspresije i stabilnost genotipa L-4 se poklapa sa idealnim genotipom, sledi L-1, zatim L-2 itd. Poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom za ekspresiju visine biljke kod linija prema tretmanima je prikazano na grafikonu 34 kod primenjenih tretmana genotip L-4 je najbliži idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije. Genotipovi L-1 i L-2 ispoljili su zadovoljavajuću stabilnost ali niži stepen ekspresije za posmatranu osobinu, dok su L-3, L-5 i L-6 daleko od idealnog genotipa kako po ekspresiji osobine tako i po stabilnosti.



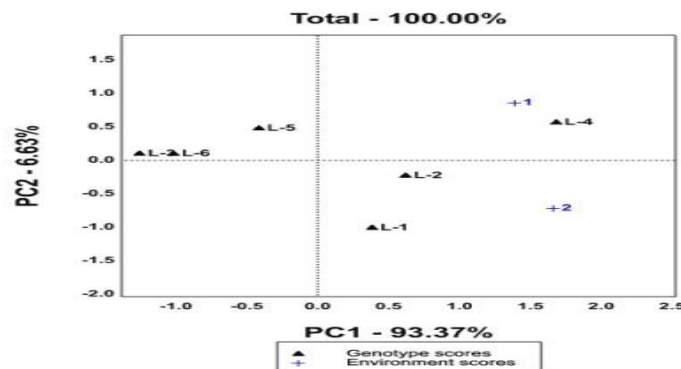
Grafikon 33. GGE-biplot prikaz za visinu biljke linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa



Grafikon 34. GGE-biplot prikaz za visinu biljke linija na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

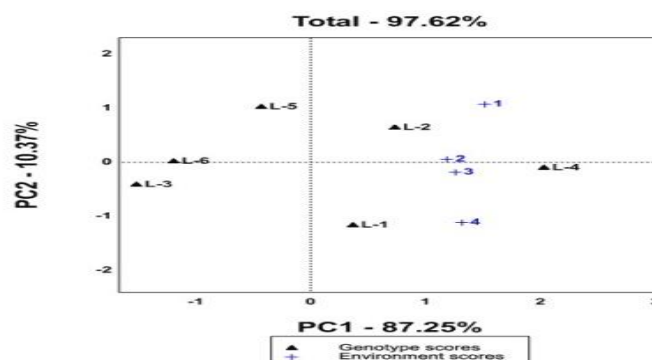
6.4.1.6. Visina klipa inbred linija

Na grafikonu br. 35 je prikazana stabilnost ekspresije visine klipa u posmatranim lokacijama. Može se videti da je lokacija 1 najviše odgovarala za L-4 genotip, dok je lokacija 2 bila povoljna za linije L-2 i L-1, jer je i ekspresija ove osobine kod ovih genotipova bila izraženija u ovim lokacijama. Linije L-3 i L-6 nisu imale odgovarajuću ekspresiju, a L-5 nije imala ni zadovoljavajuću ekspresiju ni stabilnost.



Grafikon 35. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu klipa linija na osnovu lokaliteta

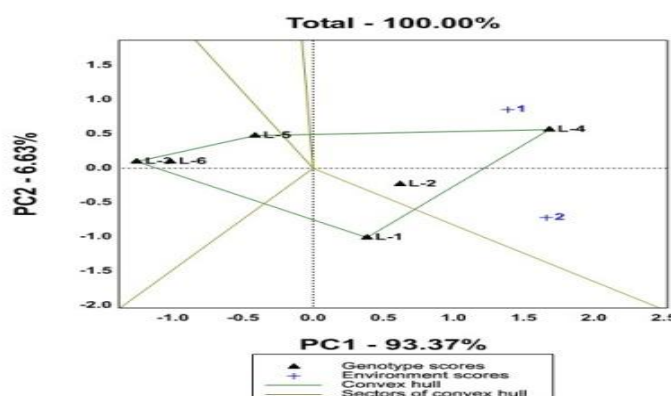
Na grafikonu 36 je prikazana stabilnost ekspresije visine biljaka u zavisnosti od primenjenih tretmana. Kako se na grafikonu može videti L-4 linija je imala visoku stabilnost i visok nivo ekspresije visine klipa u uslovima primene prvog i drugog, dok L-2 više odgovara kontrola, a liniji L-1 odgovara primena trećeg tretmana. Linije L-3, L-5 i L-6 nemaju ili zadovoljavajuću ekspresiju ili stabilnost ili kombinaciju istih, te nisu od interesa za dalji oplemenjivački rad kada je u pitanju ova osobina.



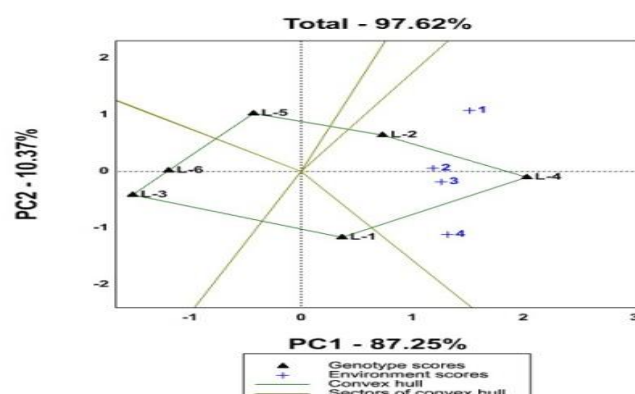
Grafikon 36. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu klipa linija na osnovu tretmana.

Na grafikonu br 37 koji daje prikaz stabilnosti visine biljke prema lokalitetima po modelu „wich-won-where“ može se videti da je kordinatni sistem podeljen u četiri segmenata. Četiri od šest linije su na uglovima nepravilnog višegaonika, a L-2 i L-6 su unutar nepravilnog četvorougona. Istom segmentu pripadaju oba lokaliteta. Najbolju ekspresiju u lokalitetu 1 je ostvarila L-4, a u lokalitetu 2 je imala L-2, dok L-1 je bliža lokalitetu 2, ali je sa nešto nižim nivoom stabilnosti u lokalitetu 2. Linije L-5, L-3 su imale izraženu stabilnost, ali nizak nivo ekspesije, dok je L-5 imala nešto izraženiju ekspresiju visine klipa ali sa nižim nivoom stabilnosti. Ove linije nisu interesantne ni po svojoj ekspresiji ove osobine ni po svojoj stabilnost. Linijama L-3 i L-5 ne odgovara ni jedna od lokacija.

Do sličnog zaključka kao i na prethodnom grafikonu može se doći i na grafikonu 38 koji prikazuje stabilnost ekspresije visine klipa u zavisnosti od primenjenih tretmana. Kordinatni sistem je podeljen u pet segmenata. Kontrola je najviše odgovarao liniji L-2, a L-4 može visok nivo ekspersije i stabilnosti ove osobine da ostvari i pri tretmana 1 i 2, s tim da ova linija ima veću stabilnost i ekspresiju pri pomenutim tretmanima u odnosu na sve ostale linije. Liniji L-1 najviše odgovara tretman 3, jer je u tim uslovima imala zadovoljavajuću ekspresiju, ali nižu stabilnost od linija L-4 i L-2. Linije L-5, L-3 i L-6 nisu imale ni odgovarajuću ekspresiju kao ni zadovoljavajuću stabilnost visine klipa.

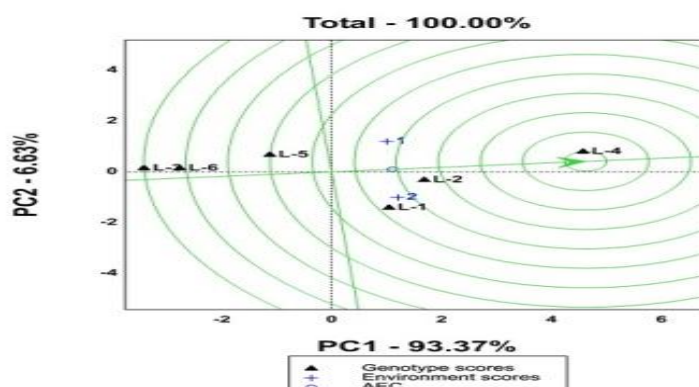


Grafikon 37. GGE-biplot prikaz za visinu klipa linija na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

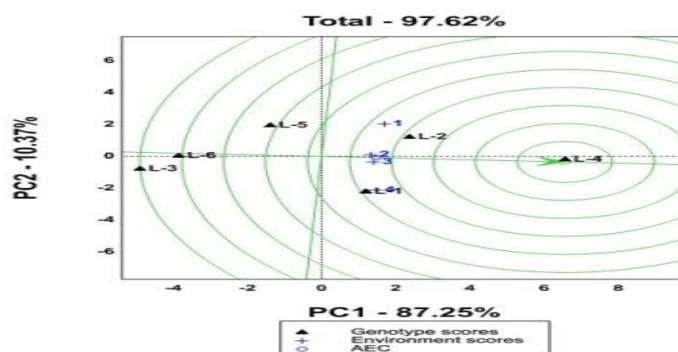


Grafikon 38. GGE-biplot prikaz za visinu klipa linija na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

Na grafikonima 39 i 40 je prikazan položaj idealnog genotipa za visinu klipa na biplotu na lokacijama ispitivanja i pri tretmanima. Najmanjim krugom i strelicom unutar njega definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 lokaliteta ili pri tretmanima. I u slučaju različite lokacije i pri različitim tretmanima linija L-4 je teoretski, ostvarila najbolji rezultat ispitivanja. Sa ovom linijom se porede ostale ispitivane linije i vrši njihovo rangiranje na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Na ovim biplot grafikonima, vrednost fenotipske ekspresije i stabilnost genotipa L-4 se poklapa sa idealnim genotipom, sledi L-2, zatim L-1 itd. Prema tome genotipovi L-1 i L-2 ispoljili su zadovoljavajuću stabilnost ali niži stepen ekspresije za posmatranu osobinu, dok su L-3, L-5 i L-6 daleko od idealnog genotipa kako po ekspresiji osobine tako i po stabilnosti.



Grafikon 39. GGE-biplot prikaz za visinu klipa linija na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

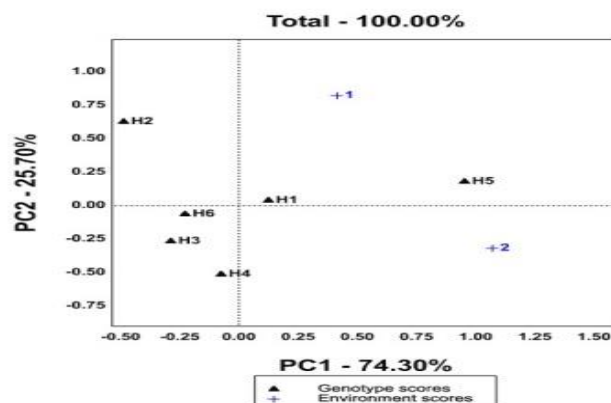


Grafikon 40. GGE-biplot prikaz za visinu klipa linija na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

6.4.2. GGE biplot analiza stabilnosti ispitivanih osobina hibrida kukuruza

6.4.2.1. Broj redova zrna hibrida kukuruza

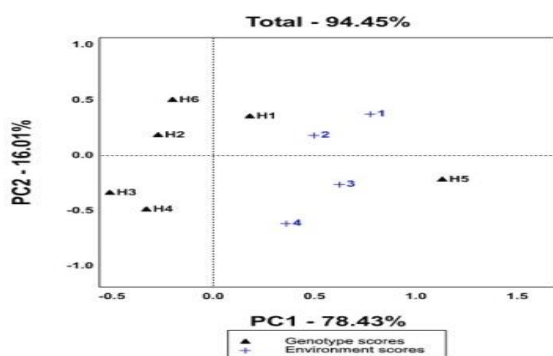
Na grafikonu 41 je prikazana stabilnost ekspresije broja redova zrna kod linija posmatrana prema lokalitetima. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije broja redova zrna ispoljio je genotip H-1, čija se prosečna vrednost za ispitivanu osobinu teži opštem prosekom za sve genotipove uključene u istraživanje. Hibrid H-5, koji ima najbolju ekspresiju ove osobine, takođe se odlikuje visokom stabilnošću. Mnogo manju stabilnost i ekspresiju ove osobine su ispoljili ostali genotipovi, te se može smatrati da nisu od značaja za proizvodnju u konkretnim ekološkim uslovima kao i za dalji proces oplemenjivanja u pogledu ispitivane osobine jer imaju ispod prosečnu ekspresiju broja redova zrna.



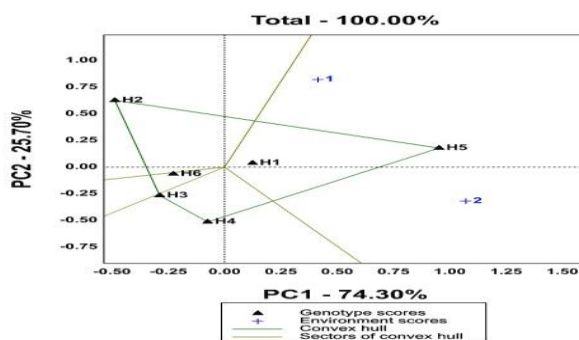
Grafikon 41. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj redova zrna hibrida na osnovu lokaliteta

Na grafikonu 42 je prikazana stabilnost ekspresije broja redova zrna kod linija posmatrana prema tretmanima. Najveću ekspresiju broja redova zrna uz zadovoljavajuću stabilnost ispoljio je genotip H-5, nešto nižu prosečnu vrednost i stabilnost ostvario je H-1. Mnogo manju stabilnost i ekspresiju ove osobine su ispoljili ostali genotipovi, čime je ponovo potvrđeno da ovi genotipovi iz grupe FAO 400 do 600 su najadaptiraniji na uslove proizvodnje kukuruznog područja Srbije. Do sličnog zaključka se može doći i u slučaju tretmana kao kod lokacija za genotip H-1. Taj hibrid ne predstavlja nešto novo u selekciji, s obzirom da prosečna vrednost ove osobine teži opštem proseku.

Na grafikonu 43 može se videti da ose projektovane iz kordinativnog početka dele biplot na četiri sektora. Položaj oba lokaliteta je u istom sektoru. Najbolju ekspresiju uz zadovoljavajući nivo stabilnosti broja redova zrna na lokalitetu 1 imao je hibrid H-5, dok je hibrid H-1 imao najveću stabilnost ekspresije ove osobine, ali prosečna vrednost teži opštem proseku ispitivanih genotipova. Ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat ni u jednom od posmatranih lokaliteta kako po pitanju ekspresije ove osobine tako i po pitanju stabilnost.

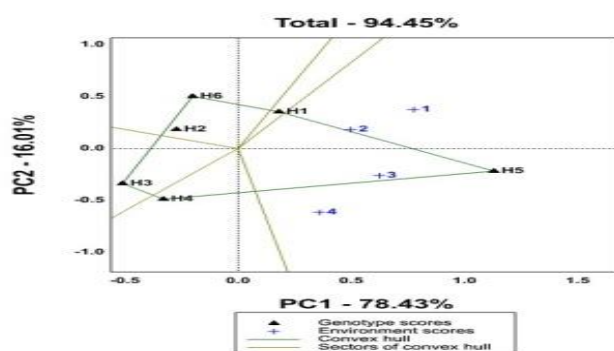


Grafikon 42. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj redova zrna hibrida na osnovu tretmana.

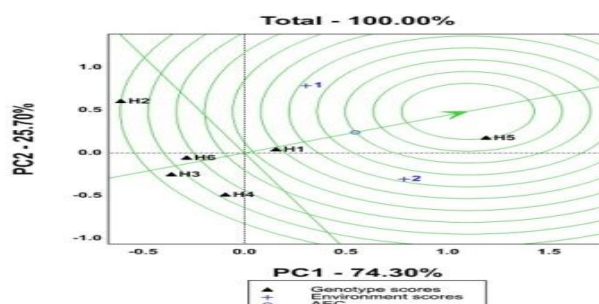


Grafikon 43. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

Kako se vidi na grafikonu br. 44, polje kordinatnog sistema je podeljeno u pet sektora. Svi tretmani i jedan genotip su smešteni u jedan i to najveći sektor. Na uglovima dobijenog petougona je pet hibrida, samo je H-2 u okviru ovog višougona. Na osnovu prikazane fenotipske ekspresije i stabilnosti za broj redova zrna, hibrid H-5 se nalazi u istom segmentu gde su smešteni i svi tretmani. Pomenuti genotip je pokazao najbolje vrednosti kod svih ispitivanih tretmana, koji su prema svojim prosečnim vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru. Od ostalih hibrida treba pomenuti H-1 koji je vrednost ekspresije ove osobine i stabilnost imao slično kao i kada su u pitanju lokacije. Ostali hibridi nisu pokazali dobar rezultat pri primenjenim tretmanima.



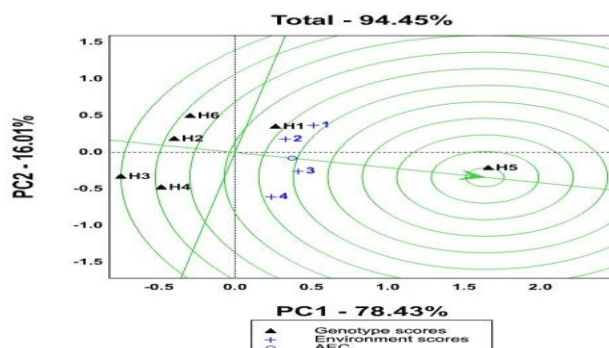
Grafikon 44. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“



Grafikon 45. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

Grafikoni br. 45 i 46 prikazuju poređenje ispitivanih hibrida sa idealnim genotipom za ekspresiju broja redova zrna prema lokalitetima, odnosno tretmanima. Na grafiku br. 45 biplot prikazuje vrednost fenotipske ekspresije i stabilnost u odnosu na lokacije. Može se videti da se genotip H-5 nalazi na obodu malog kruga sa strelicom koji odgovara idealnom genotipu, sledi

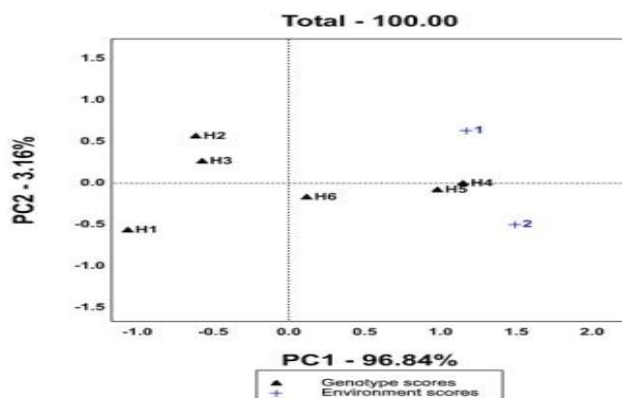
H-1, a zatim i ostali hibridi. I kod primenjenih tretmana genotip H-5 je još bliži idealnom genotipu nego na prethodnom grafikonu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije. Genotip H-1 je ispoljio zadovoljavajuću stabilnost ali niži stepen ekspresije za posmatranu osobinu.



Grafikon 46. GGE-biplot prikaz za broj redova zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

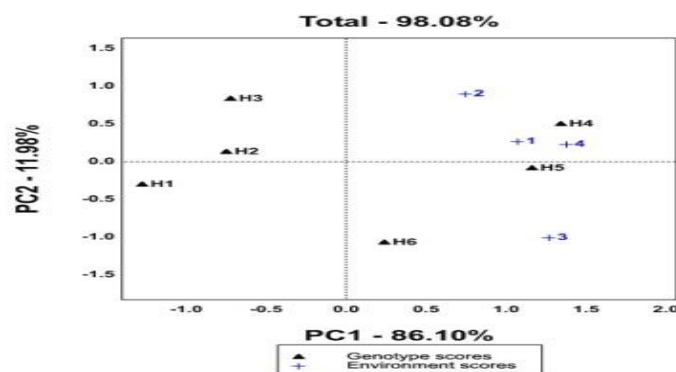
6.4.2.2. Broj zrna u redu hibrida kukuruza

Na grafikonu 47 je prikazana stabilnost hibrida po pitanju broja zrna u redu u odnosu na lokacije. Može se zaključiti da je najbolju ekspresiju broja zrna u redu ispoljio hibrid H-4. Nešto manju ekspresiju i nešto nižu stabilnost je ispoljio hibrid H5 koji je imao i sličnu tendenciju i kod broja redova zrna. Znatno manju ekspresiju i neznatno nižu stabilnost imao je i genotip H-6, dok genotipovi H-1, H-2 H -3 nisu od značaja za dalju selekciju u pogledu ispitivane osobine, s obzirom da imaju ispod prosečnu ekspresiju broja zrna u redu.

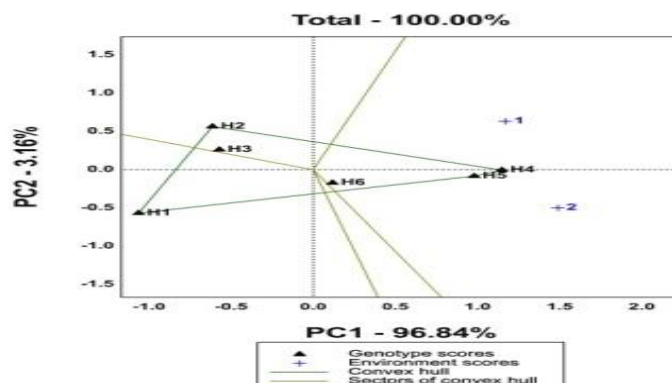


Grafikon 47. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj zrna u redu hibrida na osnovu lokaliteta

Grafikon br. 48 prikazuje stabilnost ispitivanih linija u zavisnost od tretmana. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije broja zrna u redu ispoljio je genotip H-5, a najveću ekspresiju ispitivane osobine, ali niži nivo stabilnosti je imao genotip H-4 pri ovim tretmanima. Zatim sledi hibrid H-6 koji je imao obe ove karakteristike na još nižem nivou. Ostala tri genotipa nisu se odlikovala ni značajnim nivoom ekspresije ni stabilnosti. Može se zaključiti da su konstantnu stabilnost ekspresije broja zrna u redu ispoljili hibridi H-4 i H-5, kako u pogledu ispitivanih lokaliteta, tako i primenjenih tretmana. Sličan zaključak se ne može izvući i za ostale genotipove jer na njih različito utiču faktori spoljne sredine u kombinaciji sa tretmanima. Takođe, može se videti da po pitanju ove osobine u proces dalje selekcije ne treba uključivati hibride H-1, H-2 i H-3.

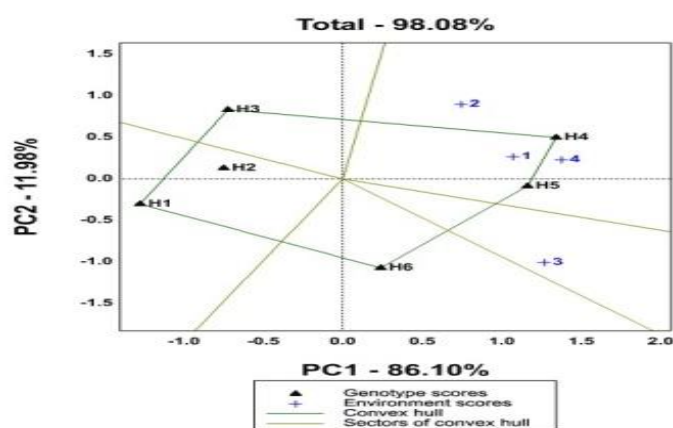


Grafikon 48. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za broj zrna u redu hibrida na osnovu tretmana.



Grafikon 49. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

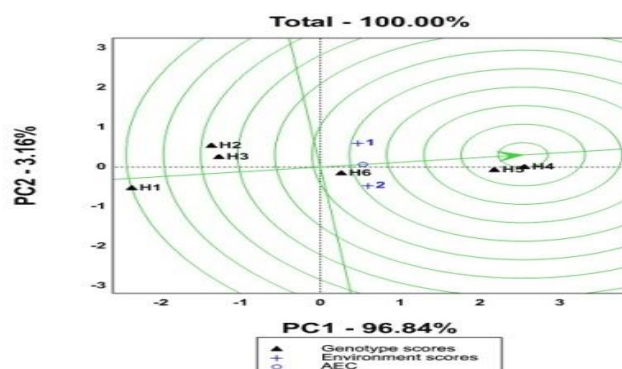
Interesantno je napomenuti kada je u pitanju broj zrna u redu da je pet genotipova na uglovima nepravilnog višegaonika, a da je samo jedan H-6 u okviru dobijenog višegaonika. (grafikon 49). Ose iz koordinativnog početka dele biplot na četiri sektora. Najbolju ekspresiju u lokalitima ispitivanja su imali genotipovi H-4 i H-5, a zatim sledi genotip H-6 koji je imao i značajno niži nivo ekspresije ove osobine. Otali genotipovi nisu imali zadovoljavajuću ekspresiju i stabilnost ove osobine na lokalitetima ispitivanja. Prema tome, ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat ni u jednom od posmatranih lokaliteta.



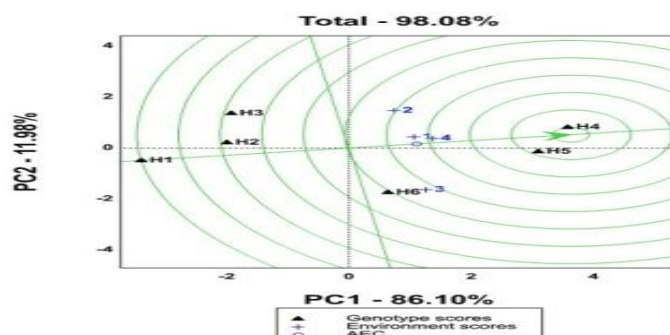
Grafikon 50. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

Na grafikonu 50 se jasno izdvaja 5 sektora. Vidi se da na osnovu prikazane fenotipske ekspresije za broj zrna u redu, genotipovi, H-4 i H-5 zauzimaju isti sektor na biplotu u koji su smešteni kontrola i dva tretmana (I i III). Može se konstatovati da tretman 2 ne odgovara ni jednom od hibrida, ali je podjednako blizak hibridima H-5 i H-6 koji se nalaze u susednim sektorima. Slično i u slučaju lokacija genotipovi H-1, H-2 i H-3 nisu pokazali zadovoljavajući rezultat u pogledu primenjenih tretmana.

Poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom za ekspresiju broja zrna u redu kod linija prema lokalitetima je dato na grafikonu 51. Na biplotu se može videti da se vrednost fenotipske ekspresije i stabilnost hibrida H-4 poklapa sa idealnim genotipom, sledi H-5, zatim ostali hibridi. Grafikon 52 prikazuje poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom za ekspresiju broja zrna u redu kod hibrida prema tretmanima. Kod primenjenih tretmana hibridi H-4 i H-5 su najbliži idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije. Hibrid H-6 je ispoljio zadovoljavajuću stabilnost ali niži stepen ekspresije za posmatranu osobinu kako na različitim lokacijama tako i pri različitim tretmanima.



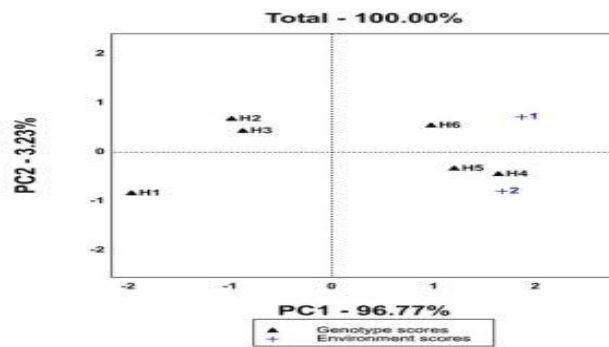
Grafikon 51. GGE-biplot prikaz broj zrna u redu hibrida na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa



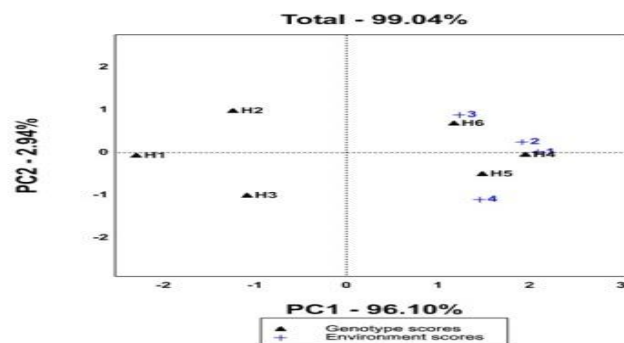
Grafikon 52. GGE-biplot prikaz za broj zrna u redu hibrida na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

6.4.2.3. Masa 100 zrna hibrida kukuruza

Hibridi H-4, H-5 i H-6 su imale najbolju ekspresiju, takođe se odlikuje visokom stabilnošću za masu 100 zrna na ispitivanim lokacijama (grafikon 53). Visoke nivoe ekspresije i stabilnost hibrid H-6 je ostvario u lokaciji 1, a hibridi H-4 i H-5 u lokaciji 2, dok hibridi H-1, H-2 i H-3 nisu imali zadovoljavajuće nivoe ni ekspresije ni stabilnosti u pogledu ispitivane osobine na datim lokacijama, s obzirom da imaju ispod prosečnu ekspresiju i relativno nižu stabilnost na ovim lokacijama.



Grafikon 53. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za masu 100 zrna hibrida na osnovu lokaliteta

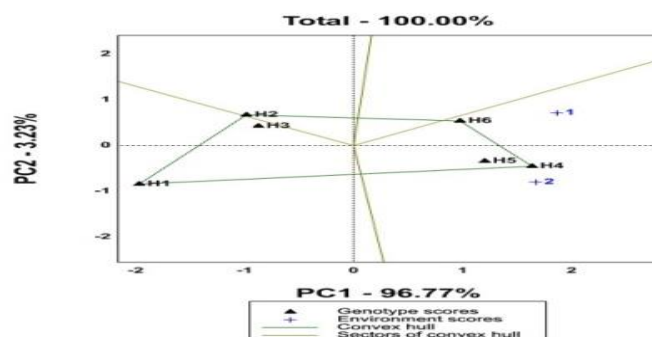


Grafikon 54. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za masu 100 zrna hibrida na osnovu tretmana.

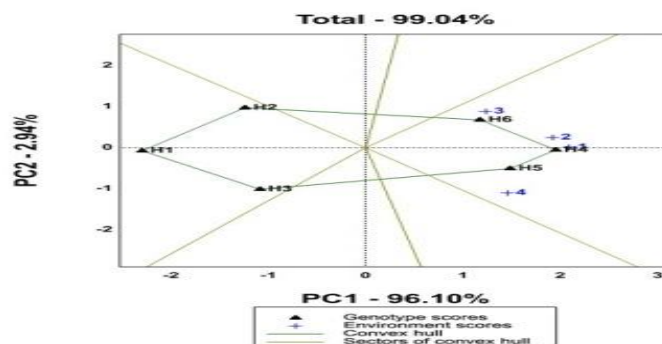
Slična situacija je dobijena i na grafikonu br. 54 koji analizira hibride u odnosu na tretmane kao i na prethodnom grafikonu koji analizira hibride i lokacije. Hibridi H-4, H-5 i H-6 su imale najbolju ekspresiju i odlikovale su se visokom stabilnošću za masu 100 zrna. Hibridi H-4 je imao najbolju ekspresiju i odlikovao se visokom stabilnošću za masu 100 zrna u kontroli. Hibridi H-5 i H-6 su imale dobru ekspresiju i relativno visok nivo stabilnosti. Visoke nivoe ekspresije i stabilnost hibrid H-5 je ostvario pri tretmanu 3, a hibridi H-6 pri tretmanu 2, dok hibridi H-1, H-2 i H-3 nisu od značaja, s obzirom da imaju ispod prosečnu ekspresiju i relativno nižu stabilnost.

Na grafikonu 55 koji prikazuje GGE-biplot za masu 100 zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“ može se konstatovati da ose iz koordinativnog početka dele biplot na četiri sektora. Pet hibrida čine uglove ovog nepravilnog petougona, a hibrid H3 je u okviru istog. Obe lokacije pripadaju istom sektoru. Najbolju ekspresiju u prvom i drugom lokalitetu imali su hibridi H-4, H-5 i H-6. Lokalitet 2 je više odgovarao hibridi H-4,

H-5, a lokalitet 1 je više odgovarao hibridu H-6. Najstabilniji je bio hibrid H-5, zatim H-4, H-6 itd. Kako se vrednost oba lokaliteta nalazi u stom sektoru, fenotipska ekspresija i stabilnost ove osobine pomenutih hibrida bila je visoka u oba lokaliteta. Ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat ni u jednom od posmatranih lokaliteta.



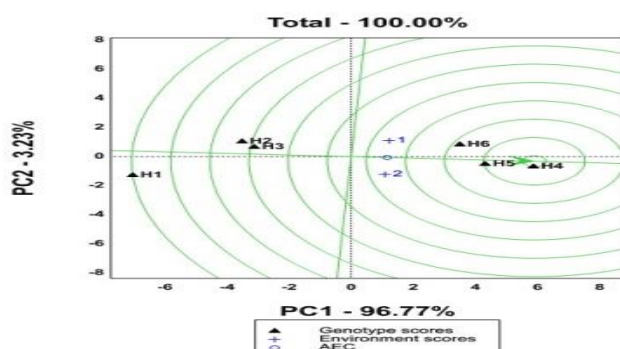
Grafikon 55. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“



Grafikon 56. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

Grafikon br. 56 prikazuje GGE-biplot za masu 100 zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“. Ose iz koordinativnog početka dele biplot na šest sektora. Uglove nepravilnog šestougaonika zauzima svih šest ispitivanih hibrida. Svi tretmani pripadaju istom sektoru. Na osnovu prikazane fenotipske ekspresije mase 100 zrna, genotipovi H-4, H-5 i H-6 zauzimaju isti sektor na biplotu. Najbolju ekspresiju u kontroli i prvom tretmanu je postigao hibrid H-4, a pri trećem hibrid H-5, a najbolju ekspresiju i stabilnost pri tretmanu 2 je ostvario hibrid H-6. Kako se vrednost svih tretmana nalazi u stom sektoru, fenotipska ekspresija pomenutih genotipovi bila je visoka kod svih tretmana. Prema tome, pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti kod svih ispitivanih tretmana, koji su prema svojim prosečnim

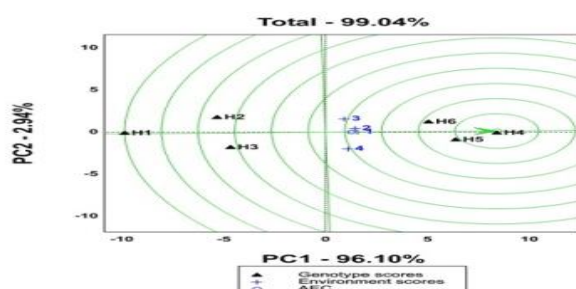
vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru. Ostala tri genotipa nisu pokazala dobar rezultat pri primeni tretmana.



Grafikon 57. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

Na grafikonu br. 57 je prikazano poređenje ispitivanih hibrida sa idealnim za ekspresijom mase 100 zrna prema lokalitetima. Položaj idealnog genotipa na biplotu je prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega i definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 svih lokaliteta. Hibridi H-4 i H-5, teoretski posmatrano, ostvarili najbolju ekspresiju ispitivane osobine na obe lokacijama. Sa njima se porede svi ispitivani genotipovi i rangiranje se sprovodi na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Napred navedena dva hibrida prati i hibrid H-6. Ostale hibridi su daleko od idealnog kako po pitanju ekspresije date osobine tako i po pitanju stabilnosti.

I kod biplot analize primenjenih tretmana isti hibridi (H-4 i H-5) su zauzele najmanji krug sa strelicom i najbliže su idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije, s tom razlikom što je hibrid H4 zauzeo centar najmanjeg kruga sa strelicom (grafikon 58). Prati ih hibrid H-6, dok ostali hibridi su daleko od idealnog kako po pitanju ekspresije date osobine tako i po pitanju stabilnosti.

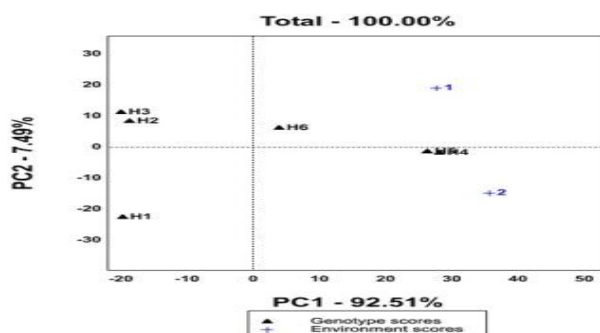


Grafikon 58. GGE-biplot prikaz za masu 100 zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

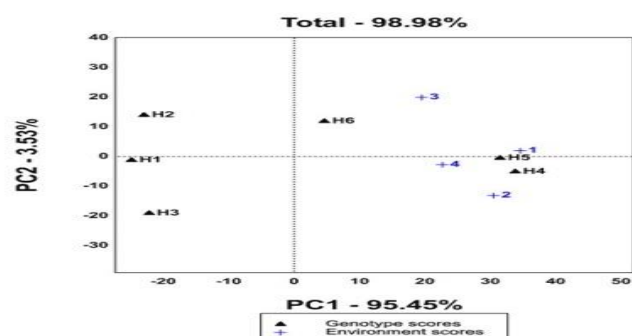
6.4.2.4. Prinos hibrida kukuruza

Svakako da je varijabilnost i stabilnost prinosa najvažnija osobina u proizvodnji svake poljoprivredne vrste pa i kukuruza. Varijabilnost i stabilnost prinosa zrna hibrida je prikazan na grafikonu br. 59 primenom GGE-biplot metoda, u vidu biplota. Prva glavna komponenta interakcije (PC1) čini x-osu, dok druga glavna komponenta interakcije (PC2) čini y-osu. Genotipovi sa visokom vrednošću PC1 komponente odlikuju se iznad prosečnom ekspresijom ispitivane osobine. Nasuprot tome, druga komponenta interakcije ukazuje na genotipsku stabilnost. Kada njena vrednost teži nuli genotipovi su stabilni. Dakle, genotipovi od interesa za istraživanje i proizvodnju su oni sa visokim vrednostima komponente PC1 (sa što većom ekspresijom), tj. sa što većim prinosom zrna i vrednostima komponente PC2 koje teže nuli.

Sličan raspored ispitivanih hibrida po kvadrantima kordinatnog sistema imamo za većinu komponenti prinosa kao i za sam prinos. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna ispoljili su hibridi H-4 i H-5 čije vrednosti fenotipske ekspresije za ispitivanu osobinu i stabilnost skoro poklapaju. Tačke koje zauzimaju ovi hibridi u kordinatnom početku se nalaze između tačaka koje zauzimaju lokacije te se može konstatovati da obe lokacije podjednako odgovaraju ovim hibridima. Hibrid H-4 ima nešto veći prosečan prinos, ali je stabilnost na nivou hibrida H5. Hibrid H-6 ima prosečan prinos na nižem nivou, kao i realizovani nivo ekspresije, a za takvu ekspresiju i stabilnost mu više odgovara lokacija 1. Hibridi H-1, H-2 i H-3 nemaju zadovoljavajući nivo fenotipske ekspresije. Najmanju stabilnost je ispoljio hibrid H-1. Ovi hibridi nisu od značaja za dalju selekciju i proizvodnju u pogledu ispitivane osobine na datim lokacijama, jer imaju ispod prosečnu ekspresiju i stabilnost prinosa.



Grafikon 59. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za prinos zrna hibrida na osnovu lokaliteta



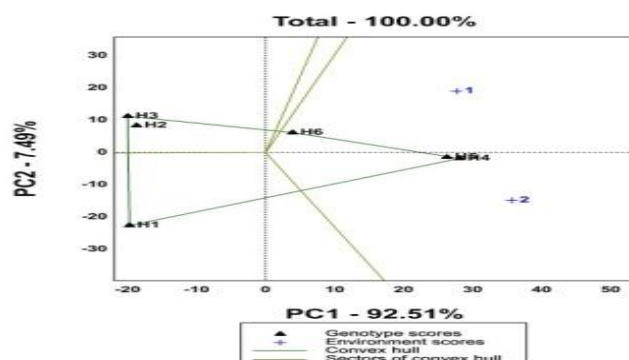
Grafikon 60. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za prinos zrna hibrida na osnovu tretmana

Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna pri različitim tretmanima ispoljio je genotip H-5 i H-1, a zatim genotipovi H-4, H-6, H-2 i H-3 (grafikon 60). Najniži nivo ekspresije su ispoljili hibridi H-1, H-2 i H-3 čime je ponovo potvrđeno da ovi genotipovi nisu od značaja za dalju selekciju i proizvodnju u pogledu ispitivane osobine pri ispitivanim tretmanima. Može se zaključiti da su konstantnu stabilnost i fenotipsku ekspresije prinosa zrna ispoljili hibridi H-5 i H-4, kako u pogledu ispitivanih lokaliteta, tako i primenjenih tretmana. Sličan zaključak se može izvesti i za hibrid H-6, za koji se može reći da ne predstavlja ništa novo u selekciji i proizvodnji, s obzirom na visinu prinosa koji je postigao na lokacijama pri različitim tretmanima.

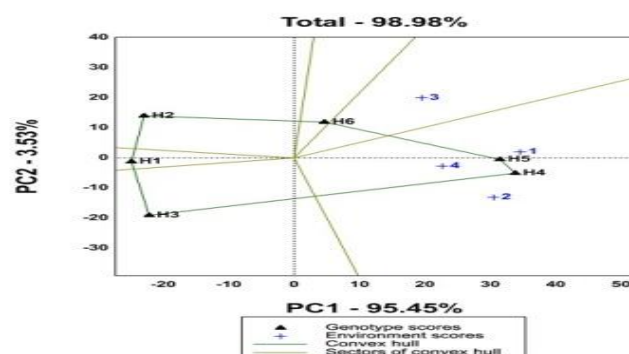
Na grafikonu 61 dat je grafički raspored i poređenje genotipova i lokaliteta prema ekspresiji prinosa zrna, a na grafikonu 62 je izvršeno poređenje genotipova i tretmana prema ekspresiji iste osobine. Grafički prikaz je dopuna prethodnih grafikona (grafikona 59 i 60) koji se odnose na stabilnost gde su povezani genotipovi koji su najudaljeniji od koordinativnog početka, tako da se dobija višeugaono geometrijsko telo, unutar koga se nalaze ostali genotipovi. Genotipovi koji zauzimaju uglove tog nepravilnog višeugaonika, predstavljaju genotipove sa najboljom ili najslabijom ekspresijom prinosa zrna. Povlačenjem osa iz koordinativnog početka, koje zaklapaju ugao od 90 stepeni sa stranama višeugaonog geometrijskog tela ili zamišljenim produžetkom tih strana, biplot se deli na više sektora na osnovu kojih se grupišu ispitivani genotipovi. Ose iz koordinativnog početka dele biplot na tri sektora. Oba lokaliteta pripadaju istom sektoru. Najbolju ekspresiju i najveću stabilnost su ispoljili hibridi H-4 i H-5, a ovu ekspresiju su realizovali na granici između dva ispitivana lokaliteta, dok je hibrid H-6 daleko nižu ekspresiju i stabilnost postigao u prvom lokalitetu, ali

ne predstavlja izazova za proizvođače i selekcionere. Ostala tri genotipa nisu pokazala rezultat od značaja za selekciju i proizvodnju ni u jednom od posmatranih lokaliteta.

Na grafikonu 62 može se videti da je kordinatni sistem podeljen u šest sektora. Kontrola i dva tretmana su u jednom, a treći tretman se nalaz u susednom sektoru. Na osnovu prikazane fenotipske ekspresije za prinos zrna, hibrid H-4 je imao najveću ekspresiju i visok nivo stabilnosti, a hibrid H-5 je imao najviši nivo stabilnost i visoku fenotipsku ekspresiju, što se vidi na biplotu. Pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti u kontroli i pri prvom i trećem tretmanu, koji su prema svojim prosečnim vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru. Hibrid H-6 po svojoj fenotipskoj ekspresiji i stabilnosti ne predstavlja ništa novo ni za oplemenjivački rad ni za proizvodnju. Ostali hibridi nisu pokazali dobar rezultat pri analizi.



Grafikon 61. GGE-biplot prikaz za prinos zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

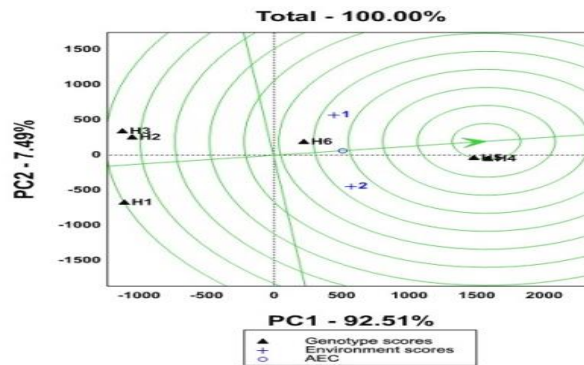


Grafikon 62. GGE-biplot prikaz za prinos zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

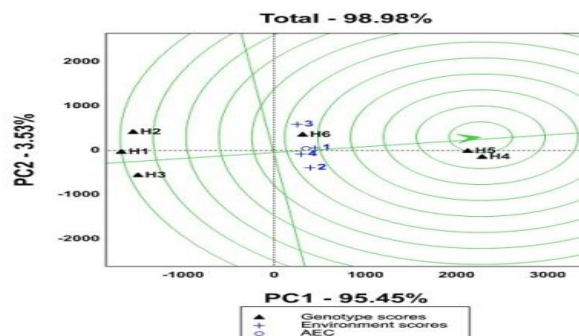
Na grafikonu 63 je izvršeno formiranje koordinata prosečnog lokaliteta koje omogućava poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom. Imajući u vidu da je položaj idealnog genotipa prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega. Prema tome

idealan genotip je onaj koji je ostvario najbolju ekspresiju ispitivane osobine u svim lokalitetima. Sa njim se porede ispitivani genotipovi i rangiranje se sprovodi na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Na ovom grafikonu možemo videti da hibridi H-4 i H-5 teže idealnom genotipu, a da je hibrid H-6 nešto udaljeniji. U kordinatnom sistemu se vidi da se u susednim koncentričnim krugovima mesta lokacija i mesto hibrida H-6, ali ekspreija prinosa zrna kod ovog hibrida je daleko od idealne. Ostali hibridi su na suprotnom kraju od idealnog genotipa i nisu interesantne za dalji oplemenjivanjivački rad i proizvodnju.

I kod primenjenih tretmana hibridi H-5 i H-4 teže idealnom genotipu, jer su vrlo blizu najmanjem krugi sa strelicom, te su ovi hibridi najbliže idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije (grafikon 64). Vidi da se u kordinatnom sistemu skoro poklapaju mesta tretmana sa ekspresijom ove osobine kod hibrida H-6, ali ekspreija prinosa zrna kod ovog hibrida je daleko od idealne. Ostale hibridi su na suprotnom kraju od idealnog genotipa po pitanju ovih tretmana, fenotipske ekspresije i stabilnost ove osobine.



Grafikon 63. GGE-biplot prikaz za prinos zrna hibrida na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa



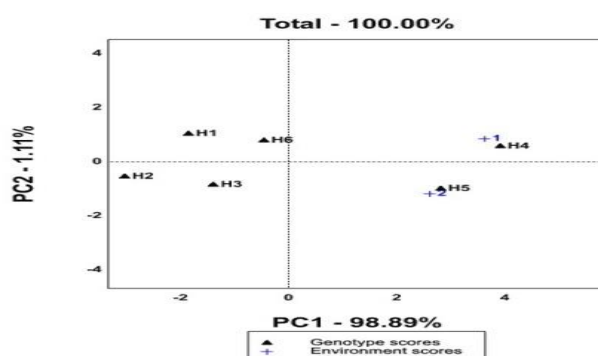
Grafikon 64. GGE-biplot prikaz za prinos zrna hibrida na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

6.4.2.5. Visina biljke hibrida kukuruza

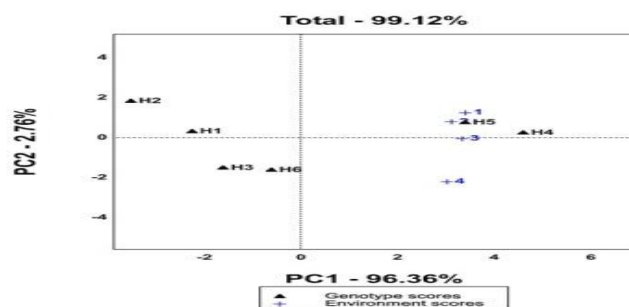
Na grafikonu 65 je prikazana stabilnost ekspresije visine biljke u posmatranim lokacijama. Interesantno je istaći da su svi genotipovi imali približno isti nivo stabilnosti visine biljke u ispitivanim lokacijama. Može se videti da je lokacija 1 najviše odgovarala za H-4 hibrid, dok je lokacija 2 bila povoljna za hibrid H-5, jer je i ekspresija ove osobine kod ovih genotipova bila izraženija u ovim lokacijama. Takođe ova dva hibrida su pored visoke ekspresije ove osobine imala i zadovoljavajući nivo stabilnosti. Ostali ispitivani hibridi nisu imale odgovarajuću fenotipsku ekspresiju visine bilje.

Na grafikonu br. 66 je prikazana stabilnost ekspresije visine biljaka u zavisnosti od primenjenih tretmana. Kako se na grafikonu može videti slična se situacija zadržala i kod ekspresije pri različitim tretmanima. Tretmani 1, 2 i 3 najviše odgovaraju hibridima H-4 i H-5. Treba istaći da se mesto H-5 i tretmana 2 u kordinatnom sistemu skoro preklapaju, a hibridu H-4 podjednako odgovaraju tretmani 2 i 3. Najveći nivo ekspresije ove osobine postigao je hibrid H-4, a nešto niži nivo je ostvario hibrid H-5. Najviši nivo stabilnosti su postigli hibridi H-1 i H-4, ali je nivo fenotipske ekspresije visine biljke kod hibrida H1 ispod proseka pri ovim tretmanima. Prema tome, hibridi H-2, H-3 i H-6 nisu imale ni odgovarajuću ekspresiju ni zadovoljavajuću stabilnost.

Na grafikonu 67 koji daje prikaz stabilnosti visine biljke prema lokalitetima po modelu „wich-won-where“ kordinatni sistem je podeljen u pet segmenata. Svi hibridi su na uglovima nepravilnog višegona. Najbolju ekspresiju u lokalitetu 1 je ostvario H-4, a u lokalitetu 2 je imao hibrid H-5. Hibrid H-4 imao i viši nivo stabilnosti u lokaciji 1. Ostali hibridi nisu interesantne ni po svojoj ekspresiji ove osobine ni po svojoj stabilnosti. Ovim hibridima ne odgovara ni jedna od lokacija ispitivanja.

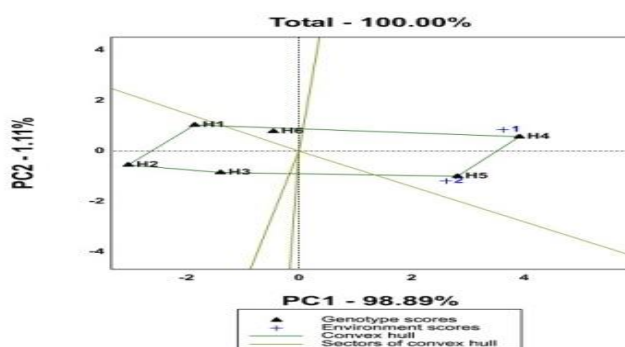


Grafikon 65. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu biljke hibrida na osnovu lokaliteta



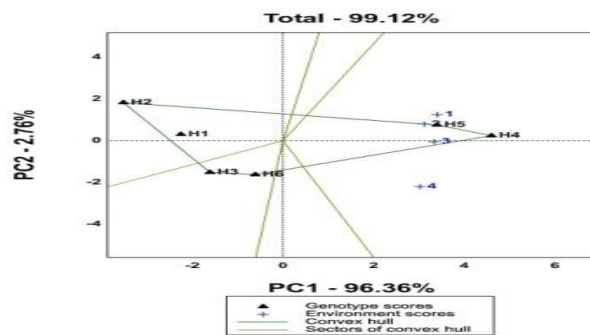
Grafikon 66. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu biljke hibrida na osnovu tretmana

Do sličnog zaključka kao na prethodnom grafikonu može doći i na grafikonu 68 koji prikazuje stabilnost ekspresije visine biljaka u zavisnosti od primenjenih tretmana po modelu wick-won-where. Kordinatni sistem je podeljen u pet segmenata. Svi tretmani su smešteni u isti segment. Hibridima H-4 i H-5 odgovaraju tretmani 1, 2 i 3. Hibrid H-4 je imao najveću ekspresiju visine biljke, a zajedno sa hibridom H-1 su imala najviši nivo stabilnosti. Fenotipska ekspresija ove osobine kod H-1 je bila ispod prosečna. Može se konstatovati da hibridi H-1, H-2, H-3 i H-6 nisu imale ni odgovarajuću ekepresiju, niti je ona bila u kombinaciji sa zadovoljavajuću stabilnošću.

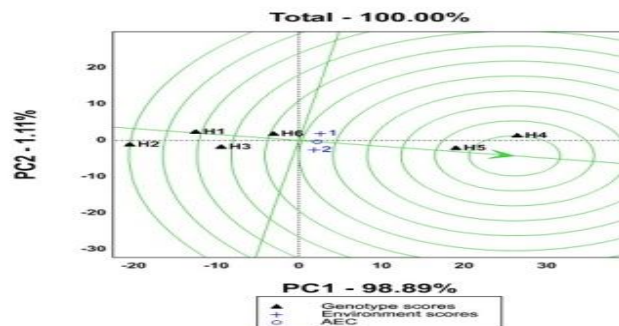


Grafikon 67. GGE-biplot prikaz za visinu biljke hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wick-won-where“

Na grafikonu 69 položaj idealnog genotipa na biplotu je prikazan najmanjim krugom i strelicom unutar njega i definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 svih lokaliteta. Hibridi H-4 i H-5 su ostvarili najbolju ekspresiju i stabilnost ispitivane osobine u svim lokalitetima i teže idealnom genotipu. Sa ovim hibridima se porede ostali ispitivani hibridi i vrši njihovo rangiranje na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Ostali ispitivani hibridi su daleko od idealnog.

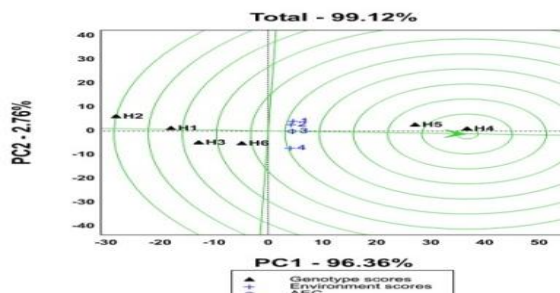


Grafikon 68. GGE-biplot prikaz za visinu biljke hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“



Grafikon 69. GGE-biplot prikaz za visinu biljke hibrida na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa

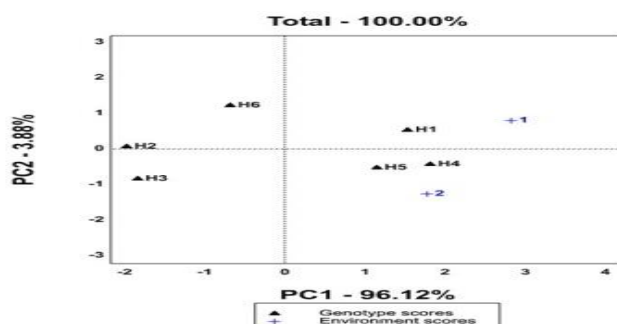
Poređenje ispitivanih genotipova sa idealnim genotipom za ekspresiju visine biljke kod linija prema tretmanima je prikazano na grafikonu 70. Kod primenjenih tretmana genotip L-4 je najbliži idealnom genotipu, kako u pogledu stabilnosti, tako i u pogledu ispoljene ekspresije. Hibrid H-5 je ispolji visok nivo stabilnost ali nešto niži vivo ekspresije za posmatranu osobinu, dok su H-1, H-2, H-3 i H-6 daleko od idealnog genotipa kako po ekspresiji osobine tako i po stabilnosti.



Grafikon 70. GGE-biplot prikaz za visinu biljke hibrida na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

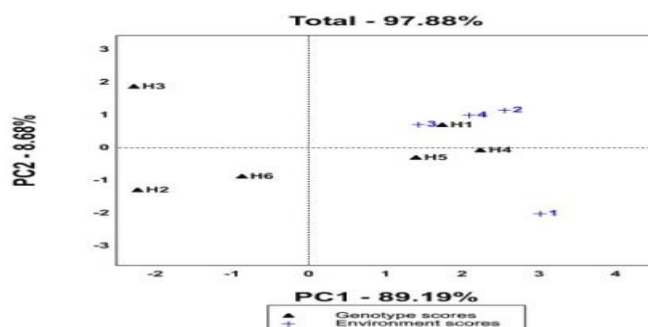
6.4.2.6. Visina klipa hibrida kukuruza

Na grafikonu 71 je prikazana stabilnost ekspresije visine klipa hibrida u posmatranim lokacijama. Može se videti da je lokacija 1 najviše odgovarala hibridu H-1, dok je lokacija 2 bila povoljna za hibride H-4 i H-5, jer je i ekspresija i stabilnost ove osobine kod ovih genotipova bila izraženija na ovim lokacijama. Hibrid H-2 je bio najstabilniji, ali je kao i hibridi H-3 i H-4 bi sa niskim nivoom ekspresije ove osobine.



Grafikon 71. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu klipa hibrida na osnovu lokaliteta

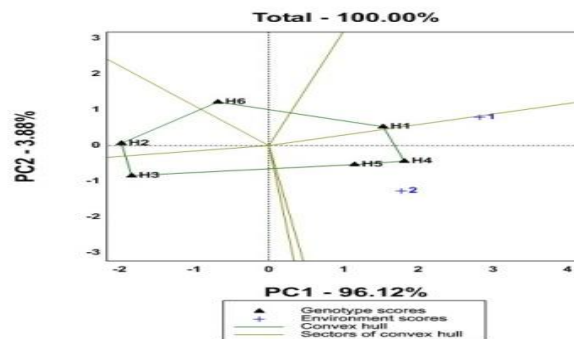
Na grafikonu 72 je prikazana stabilnost ekspresije visine biljaka u zavisnosti od primenjenih tretmana. Kako se na grafikonu može videti hibridi H-4, zatim H-5 i H-1 su imali visok nivo stabilnosti i ekspresije ove osobine, Tretmani 2, 3 i 4 su više pogodovali hibridu H-1, a na ekspresiju ove osobine kod H-4 i H-5 pored ovih tretmana odgovara i kontrola. Ostala tri ispitivana hibrida se ne odlikuju ni značajnom stabilnošću ni fenotipskom ekspresijom ove osobine.



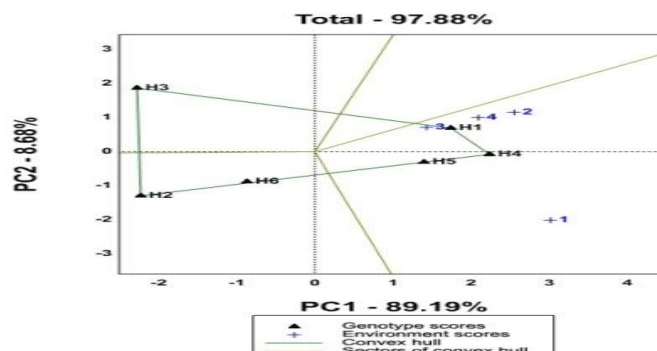
Grafikon 72. GGE-biplot prikaz stabilnosti ekspresije za visinu klipa hibrida na osnovu tretmana.

Grafikon 73 daje prikaz stabilnosti visine biljke prema lokalitetima po modelu „wich-won-where“. Može se videti da je kordinatni sistem podeljen u šest segmenata. Svi hibridi su na uglovima nepravilnog višegaonika. Tri hibrida H-1, H-4 i H-5 se nalaze u istom segmentu sa lokacijama. To znači da im ove lokacije odgovaraju u procesu proizvodnje. Hibrid H-1 ima bolju ekspresiju i stabilnost u lokaciji 1, a hibridi H-4 i H-5 u lokaciji 2. Ostali hibridi nisu interesantne ni po svojoj ekspresiji ove osobine ni po svojoj stabilnosti, njima ne odgovara ni jedna od lokacija.

Do sličnog zaključka kao i na prethodnom grafikonu može se doći i na grafikonu 74. Kordinatni sistem je podeljen u četiri segmenta. Svi tretmani su u jednom segmentu u kome se nalaze i tri hibrida H-1, H-4 i H-5. Treba istaći da je hibrid H-1 postigao najviši nivo ekspresije i stabilnosti od svih hibrida. Tretmani 2, 3 i 4 više odgovaraju hibridu H-1 nego H-4 i H-5. Hibridi H-2, H-3 i H-6 nisu imale ni odgovarajuću ekspresiju kao ni zadovoljavajuću stabilnost visine klipa.

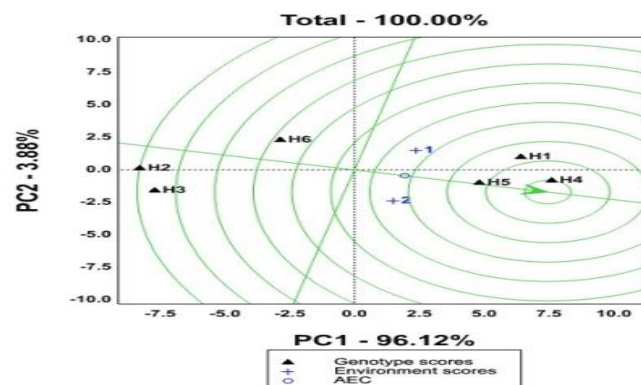


Grafikon 73. GGE-biplot prikaz za visinu klipa hibrida na osnovu lokaliteta po modelu „wich-won-where“

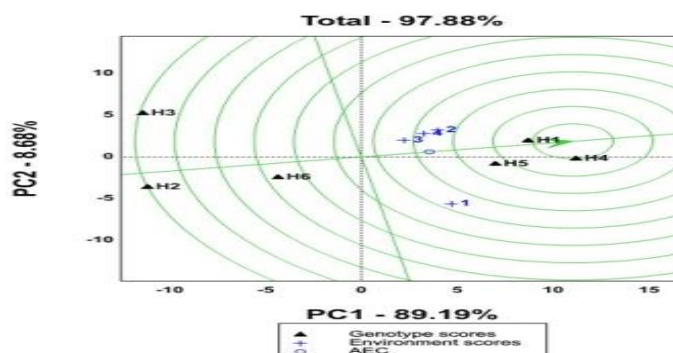


Grafikon 74. GGE-biplot prikaz za visinu klipa hibrida na osnovu tretmana po modelu „wich-won-where“

Na grafikonima 75 i 76 je prikazan položaj idealnog genotipa za visinu klipa. Na biplotu najmanjim krugom i strelicom unutar njega i definisan je prosečnim vrednostima PC1 i PC2 lokaliteta ili tretmana. U slučaju različitih lokacija i tretmana hibridi H-1, H-4 i H-5 su teoretski najbliži idealnom jer su ostvarili najbolju ekspresiju i najviši nivo stabilnosti ispitivane osobine. Sa idealnim genotipom se porede ostali ispitivani hibridi i vrši njihovo rangiranje na osnovu udaljenosti na koju ukazuju koncentrični krugovi. Prema tome genotipovi H-1, H-4 i H-5 ispoljili su zadovoljavajuću stabilnost i visok nivo fenotipske ekspresije visine klipa, dok su H-2, H-3 i H-6 daleko od idealnog genotipa kako po ekspresiji osobine tako i po stabilnosti.



Grafikon 75. GGE-biplot prikaz za visinu klipa hibrida na osnovu lokaliteta po modelu idealnog genotipa



Grafikon 76. GGE-biplot prikaz za visinu klipa hibrida na osnovu tretmana po modelu idealnog genotipa

6.5.Hijerarhijska klaster analiza hibrida i inbred linija za ispitivane osobine

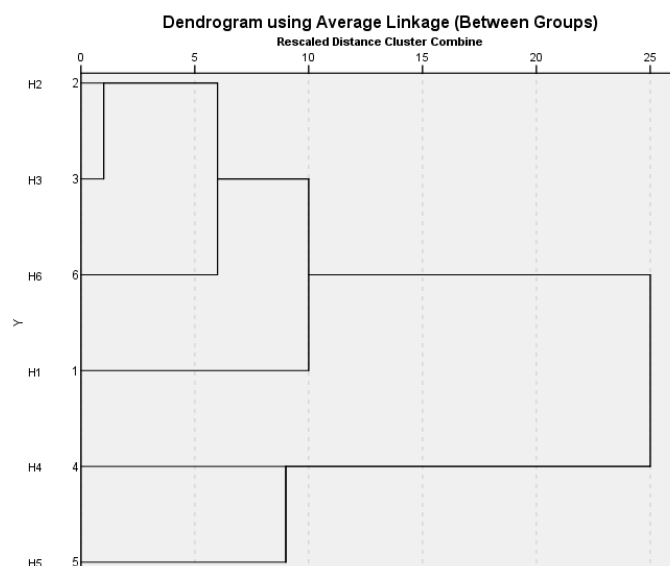
Hijerarhijska klaster analiza je urađena posebno za hibride, a posebno za inbred linije. Ova analiza za hibride i inbred linija je urađena na osnovu ukupnih prosečnih vrednosti, prosečnih vrednosti po godinama i prosečnih vrednosti po tretmanima za ispitivane osobine. Poređenje hibrida za sve posmatrane osobine prema ukupnim prosečnim vrednostima. Kako bi bilo moguće poređenje genotipova po svim posmatranim osobinama, izvršena je transformacija podataka s obzirom da je reč o osobinama sa različitim jedinicama mere.

6.5.1.Hijerarhijska klaster analiza hibrida za ispitivane osobine

Iz tabele 69 se može videti da pri klaster analizi kada su obuhvaćene prosečne vrednosti za sve osobine i u zavisnosti od nivoa udaljenosti imamo i različit broj klastera. Ako bi na grafikonu definisali samo dva klastera njemu bi pripadali sledeći hibridi: H-1, H-2, H-3 i H-6, dok bi drugom klasteru pripadalo samo dva hibrida H-4 i H-6. Slika se nešto menja ako su se ide na izdvajanje većeg broja klastera. U slučaju tri klastera imamo da se izdvaja H-1 u poseban klaster, a ako izvršimo povećanje broja klastera na 4 u poseban klaster se izdvaja i H-5. Tako da imamo jedan klaster u kome je H-1, u drugom klasteru su H-2, H-3 i H-6, u trećem je H-4 i u četvrtom H-5. Slično se dešava i pri diferencijaciji na pet klastera, pri čemu se izdvaja H-6 u poseban peti klaster. Kao što se vidi, samo su dva genotipa H-2 i H-3 bili na početku i ostali u istom klasteru, jer su im prosečne vrednosti ispitivanih osobina veoma bliske ili bolje rečeno statistički se ne razlikuju (grafikon 77).

Tabela 69. Distribucija hibrida u klastere na osnovu ukupnih srednjih vrednosti posmatranih osobina

	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1 -H1	1	1	1	1
2 - H2	2	2	2	1
3 - H3	2	2	2	1
4 - H4	3	3	3	2
5 - H5	4	4	3	2
6 - H6	5	2	2	1



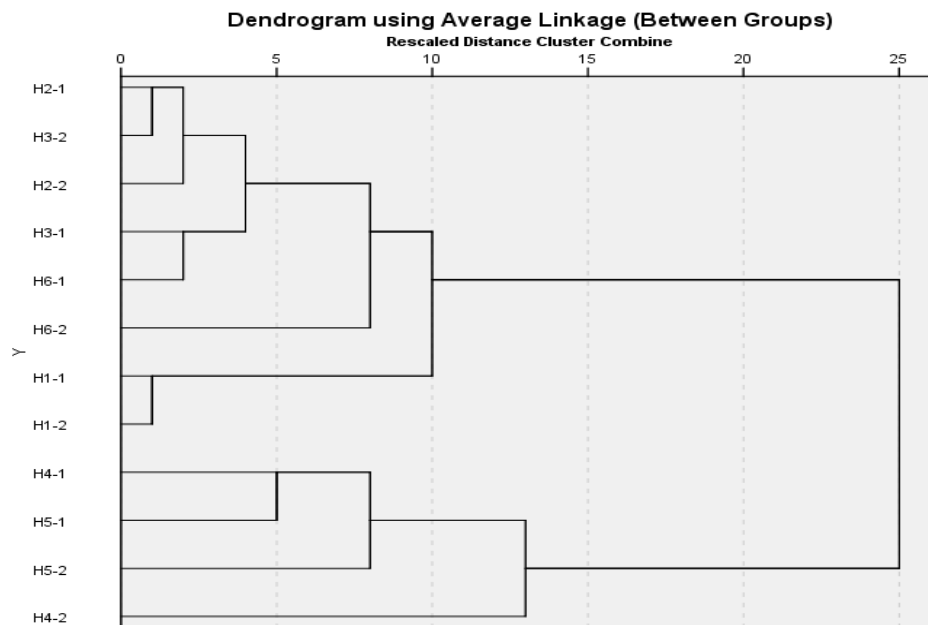
Grafikon 77. Dendrogram na osnovu UPGMA klaster analize genetičke distance šest hibrida na osnovu ukupnih prosečnih vrednosti osobina

Tabela 70. Distribucija hibrida u klasterne na osnovu prosečnih vrednosti osobina po godinama

Case	6 Clusters	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:H1-1	1	1	1	1	1
2:H1-2	1	1	1	1	1
3:H2-1	2	2	2	1	1
4:H2-2	2	2	2	1	1
5:H3-1	2	2	2	1	1
6:H3-2	2	2	2	1	1
7:H4-1	3	3	3	2	2
8:H4-2	4	4	4	3	2
9:H5-1	3	3	3	2	2
10:H5-2	5	3	3	2	2
11:H6-1	2	2	2	1	1
12:H6-2	6	5	2	1	1

Podaci iz tabele 70 i grafikona 78 nam ukazuju da bez obzira na uticaj godine hibrid H-1 je svrstan u isti klaster u toku obe godine ispitivanja. Slično je i sa hibridima H-2 i H-3. Hibridi H-4, H-5 i H-6 su se različito ponašali od godine do godine ispitivanja i oni pripadaju

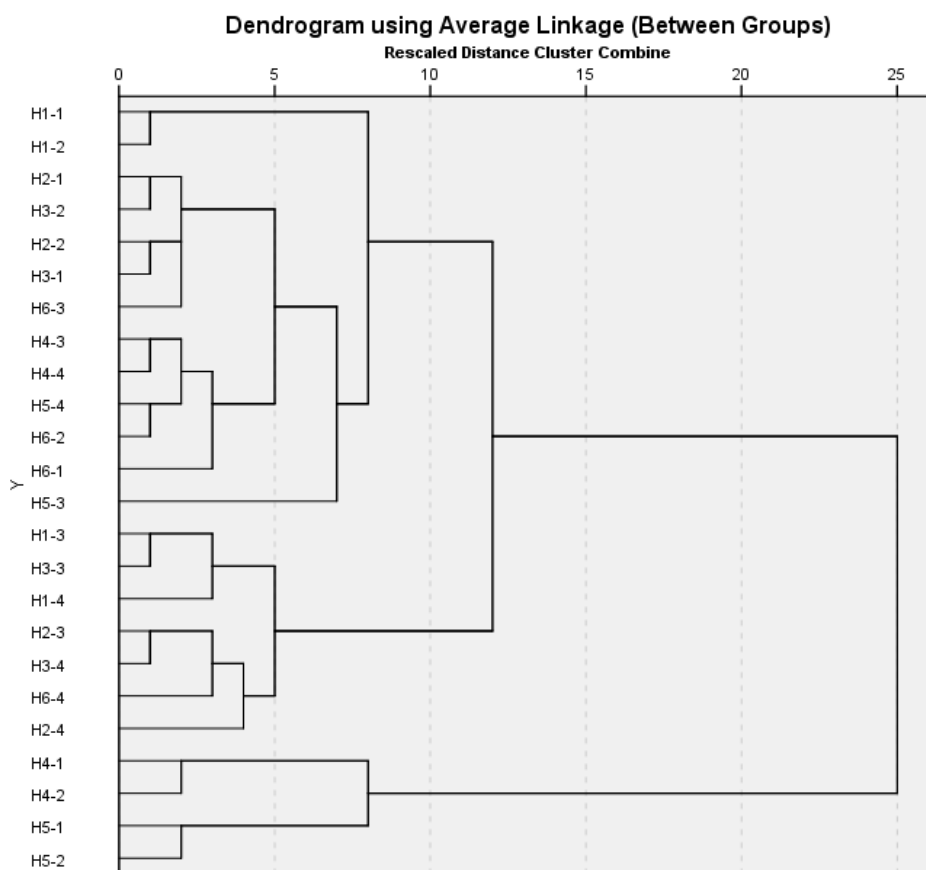
različitim klasterima u zavisnosti od godine ispitivanja, što se indirektno može zaključiti da su na ove hibride značajan uticaj imali ekološki faktori u toku godina ispitivanja. Kao što se vidi na grafikonu 78, samo je jedan H-1 od početka pa do kraja nezavisno od broja izdvojenih klastera ostao u istom klasteru, a svi ostali hibridi su se menjali i različito distribuirali u zavisnosti od godina ispitivanja, što je vezano verovatno za grupu zrenja ovog hibrida (FAO 400).



Grafikon 78. Dendrogram na osnovu UPGMA klaster analize genetičke distance hibrida za posmatrane osobine prema prosečnim vrednostima po godinama

Tabela 71. Distribucija hibrida u klustere na osnovu prosečnih vrednosti osobina po tretmanima

Case	6 Clusters	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:H1-1	1	1	1	1	1
2:H1-2	1	1	1	1	1
3:H1-3	2	2	2	2	1
4:H1-4	2	2	2	2	1
5:H2-1	3	3	3	1	1
6:H2-2	3	3	3	1	1
7:H2-3	2	2	2	2	1
8:H2-4	2	2	2	2	1
9:H3-1	3	3	3	1	1
10:H3-2	3	3	3	1	1
11:H3-3	2	2	2	2	1
12:H3-4	2	2	2	2	1
13:H4-1	4	4	4	3	2
14:H4-2	4	4	4	3	2
15:H4-3	3	3	3	1	1
16:H4-4	3	3	3	1	1
17:H5-1	5	5	4	3	2
18:H5-2	5	5	4	3	2
19:H5-3	6	3	3	1	1
20:H5-4	3	3	3	1	1
21:H6-1	3	3	3	1	1
22:H6-2	3	3	3	1	1
23:H6-3	3	3	3	1	1
24:H6-4	2	2	2	2	1



Grafikon 79. Dendrogram na osnovu UPGMA klaster analize genetičke distance hibrida za posmatrane osobine prema prosečnim vrednostima po tretmanima

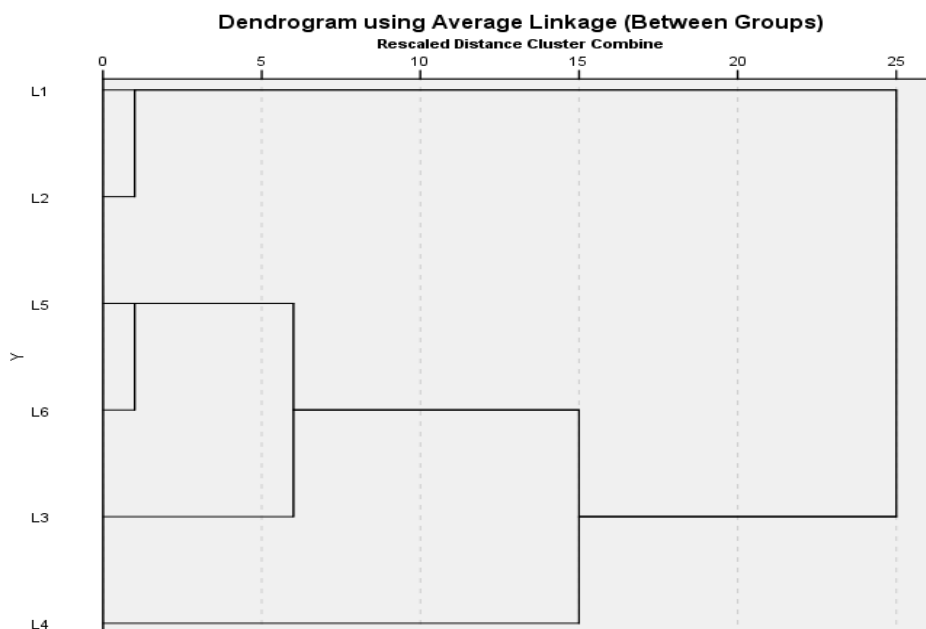
U tabeli 71 i na grafikonu 79 se može videti da su tretmani uticali na različito svrstavanje genotipova u klaster. Jasno se izdvajaju dva klastera koji se kasnije diferenciraju u više podklastera. U prvi klaster spadaju sledeći hibridi: H-1, H-2, H-3 i H-6, kao i hibrid H-4 i H-5 pri delovanju trećeg i četvrtog tretmana. Hibridi (H-4 i H-5) pod uticajem prvog i drugog tretmana pripadaju drugom klasteru. Kako se genetička distanca smanjuje povećava se i broj grupa, pri čemu se jasno vidi da hibridi različito reaguju na različite tretmane pri čemu postoji razlika između prvog (kontrole) i drugog tretmana sa jedne strane i trećeg i četvrtog tretmana sa druge strane, jer su hibridi svrstani na ovaj način kod svih tretmana u različite klastera osim hibrid H-6.

6.5.2. Hijerarhijska klaster analiza inbred linija za ispitivane osobine

U tabeli 72 i na na grafikonu 80 je prikazana distribucija inbred linija u klastere na osnovu ukupnih prosečnih vrednosti. Može se videti da se u istom klasteru nalaze linije L-1 i L-2. kada su obuhvaćene prosečne vrednosti za sve osobine. U drugi klaster su svrstane ostale linije (L-3, L-4, L-5 i L-6). Genetička distanca ovih linija se menja i u zavisnosti od njene veličine se dalje izdvajaju podklasteri. Treba istaći da u zavisnosti od nivoa udaljenosti imamo i različit broj podklastera. Ako bi na grafikonu definisali samo tri klastera onda bi se u treći klaster izdvojila inbred linija L-4. Slika se nešto menja ako se ide na izdvajanje i četvrtog klastera, pri čemu se u četvrti klaster izdvajaju inbred linije L-5 i L-6.. U slučaju izdvajanja i petog on je formiran od strane inbred linije L-6. Kao što se vidi, samo su tri genotipa L-1, L-2 i L-3 od početka zadržali isti klastere, jer su im prosečne vrednosti ispitivanih osobina veoma bliske ili bolje rečeno statistički se ne razlikuju u toku ispitivanja.

Tabela 72. Distribucija inbred linija u klastere na osnovu ukupnih srednjih vrednosti posmatranih osobina

Case	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:L1	1	1	1	1
2:L2	1	1	1	1
3:L3	2	2	2	2
4:L4	3	3	3	2
5:L5	4	4	2	2
6:L6	5	4	2	2

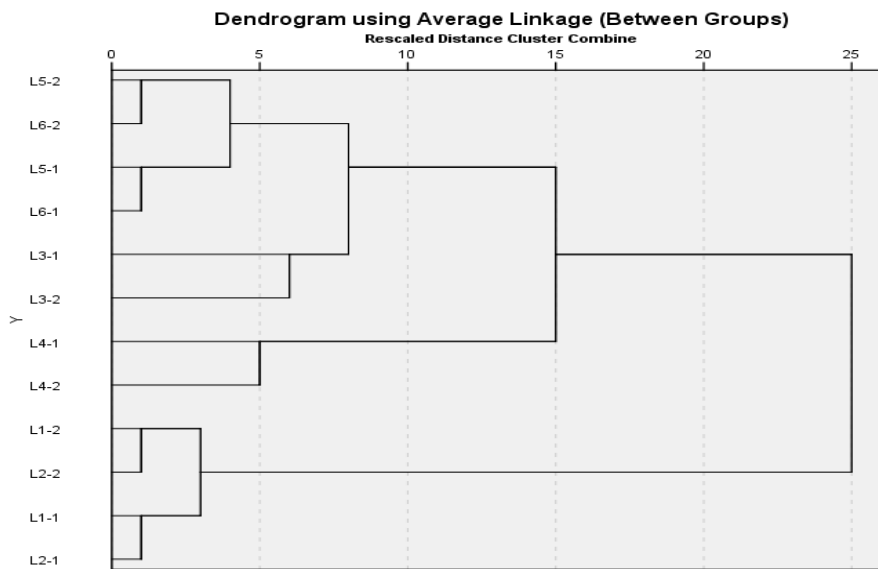


Grafikon 80. Dendrogram na osnovu UPGMA klaster analize genetičke distance inbred linija na osnovu ukupnih prosečnih vrednosti osobina

Tabela 73. Distribucija inbred linija u klustere na osnovu prosečnih vrednosti osobina po godinama

Case	6 Clusters	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:L1-1	1	1	1	1	1
2:L1-2	1	1	1	1	1
3:L2-1	1	1	1	1	1
4:L2-2	1	1	1	1	1
5:L3-1	2	2	2	2	2
6:L3-2	3	3	2	2	2
7:L4-1	4	4	3	3	2
8:L4-2	5	4	3	3	2
9:L5-1	6	5	4	2	2
10:L5-2	6	5	4	2	2
11:L6-1	6	5	4	2	2
12:L6-2	6	5	4	2	2

U tabeli 73 i na grafikonu 81 se može videti da su godine uticali na različito svrstavanje genotipova u klaster. Jasno se izdvajaju dva klastera koji se kasnije diferenciraju u više podklastera. U iste klaster bez obzira na uticaj godina spadaju sledeće inbred linije L-1, L-2 u jedan i L-5 i L-6 u drugi. Ove inbred linije ostaju u istom klasteru u toku obe godine ispitivanja, što se indirektno može zaključiti da na ove linije ne utiču značajne godine. Ostale inbred linije (L-3 i L-4) koje su se rasporedile u različite klaster od godine do godine, a njihova dalja distribucija se dešava sa smanjenjem genetičke distance.



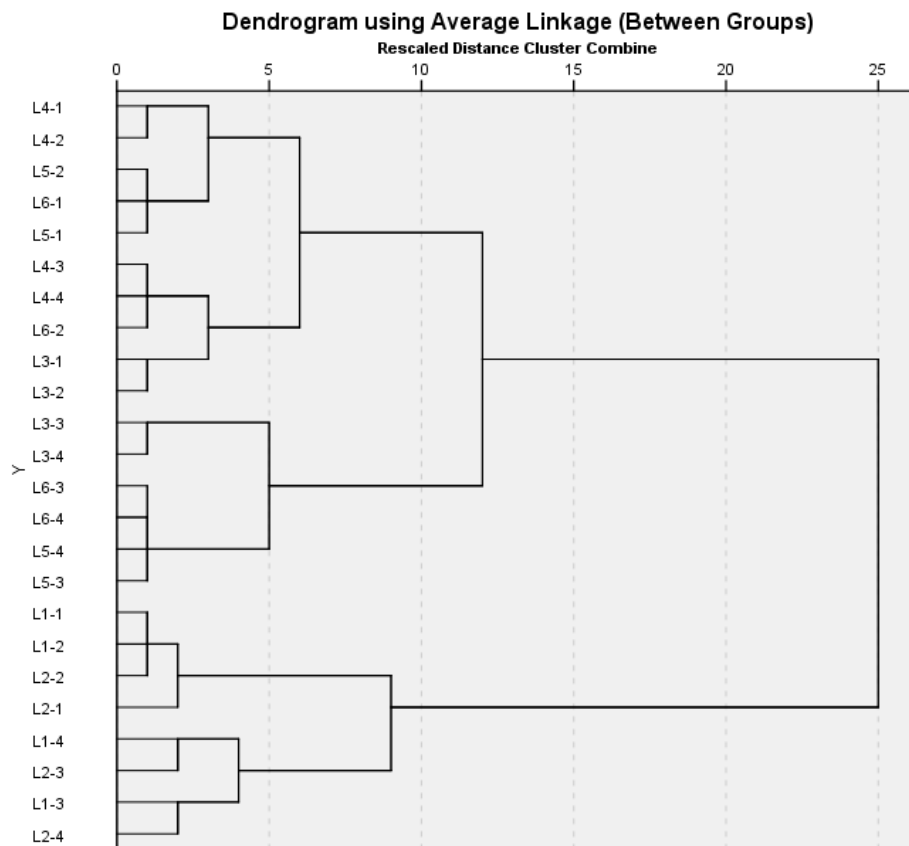
Grafikon 81. Dendrogram na osnovu UPGMA klaster analize genetičke distance inbred linija za posmatrane osobine prema prosečnim vrednostima po godinama

Tabela 74. Distribucija inbred linija u klasteru na osnovu prosečnih vrednosti osobina po tretmanima

Case	6 Clusters	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:L1-1	1	1	1	1	1
2:L1-2	1	1	1	1	1
3:L1-3	2	2	2	1	1
4:L1-4	2	2	2	1	1
5:L2-1	1	1	1	1	1
6:L2-2	1	1	1	1	1
7:L2-3	2	2	2	1	1
8:L2-4	2	2	2	1	1
9:L3-1	3	3	3	2	2
10:L3-2	3	3	3	2	2
11:L3-3	4	4	4	3	2
12:L3-4	4	4	4	3	2
13:L4-1	5	5	3	2	2
14:L4-2	5	5	3	2	2
15:L4-3	3	3	3	2	2
16:L4-4	3	3	3	2	2
17:L5-1	5	5	3	2	2
18:L5-2	5	5	3	2	2
19:L5-3	6	4	4	3	2
20:L5-4	6	4	4	3	2
21:L6-1	5	5	3	2	2
22:L6-2	3	3	3	2	2
23:L6-3	6	4	4	3	2
24:L6-4	6	4	4	3	2

Tabela 74 i grafikon 82 prikazuju distribuciju inbred linija u zavisnosti od tretmana nakon hijerarhijske klaster analize. Može se videti da su tretmani uticali na različito svrstavanje genotipova u klasteru. Pri većoj relativnoj vrednosti genetičke distance jasno se izdvajaju dva klastera koji se kasnije diferenciraju u više podklastera. U prvi klaster spadaju sledeće inbred linije L-1 i L-2, a u drugi ostale inbred linije (L-3, L-4, L-5 i L-6). Ako bi izdvojili tri grupa

onda je distribucija nešto drugačija jer u trećem klastu imamo sledeće inbred linija: L-3, L-5 i L-6, što znači da ovi tretmani značajno deluju na ove linije. Slična pravilnost se zadržava i dalje sa smanjenjem relativne genetičke distance između ispitivanih inbred linija pod dejstvom različitih tretmana.



Grafikon 82. Dendrogram na osnovu UPGMA klaster analize genetičke distance inbred linija za posmatrane osobine prema prosečnim vrednostima po tretmanima

6.6. Korelacioni odnosi između osobina

6.6.1. Spirmanov koeficijent za linije

Ispoljavanje jedne osobine u određenom intenzitetu pozitivno ili negativno se odražava na ispoljavanje druge osobine. Zavisnost ispoljavanja jedne osobine od druge naziva se korelacijom, a intenzitet te zavisnosti izražava se koeficijentom korelacije. Korelacija je pozitivna ukoliko povećanje ili smanjenje jednog svojstva uslovljava povećanje ili smanjenje drugog, a korelacija je negativna ukoliko povećanje jednog svojstva uslovljava smanjenje drugog i obratno. Korelacioni koeficijenti dobijeni na osnovu korelacija ranga ispitivanih osobina su posebno analizirani za hibride, a posebno za linije i prikazani su u tabelama 75 i 76.

Posebno su prikazane korelacije ranga za linije, a posebno za hibride zbog njihove genetičke konstitucije i sistema ekspresije osobina. Može se konstatovati da su visoke i značajne korelacije ranga (potpuna - funkcionalna) zabeležene za međusobni odnos broj redova zrna, broj zrna u reud, masu 100 zrna i prinos (1,00**); tabela 75). Koeficijenti korelacije ranga ovih osobina i visine biljke i visine klipa su bili negativne i slabe (-0,257 odnosno -0,314), dok je koeficijent korelacije ranga između visine biljke i visine klipa bio veoma značajan negativan, tj. bila je gotovo potpuna povezanost.

Kada su u pitanju koeficijenti korelacija ranga ispitivanih osobina i IPCAg1 za pojedine interakcije koje su bile statistički značajne i čije razdvajanje po genotipovima je realizovano može se konstatovati da je najveća vrednost koeficijenta korelacija ranga (0,943**) bila između broja zrna u redu i prinosa sa jedne strane i interakcije genotipa i tretmana sa druge strane (gotovo potpuna), što potvrđuju koeficijent ranga za IPCAg1 (G x T) sa ovim osobinama. To je dokaz da na ekspresiju ovih osobine kod linija pored genotipova značajno utiču tretmani, kao i interakcija genotipa i tretmana. Takođe značajan je uticaj interakcije genotipa i godina na masu 100 zrna (-0,600*), kao i genotipa i lokacija (0,600*) na broj zrna u redu, što potvrđuju koeficijent ranga za IPCAg1 (G x Y), odnosno IPCAg1 (G x L) sa ovim osobinama. Ovo je dokaz da na ekspresiju ovih osobine kod linija pored genotipova značajno utiču godine, lokacije i interakcija ovih faktora.

Tabela 75. Spermanov koeficijent između ispitivanim osobinama za linije

OSOBI NE	OSOBI NE								
	BRZ	BZR	M100Z	PRINOS	VB	VK	IPCAG1 (GXY)	IPCAG1 (GXL)	IPCAG1 (GXT)
BRZ	-	1,000**	1,000**	1,000**	- 0,257	-0,314	-	0,086	-
BZR		-	1,000**	1,000**	- 0,257	-0,314	-	0,600	0,943**
M100Z			-	1,000**	- 0,257	-0,314	-0,600	0,257	0,086
PRINOS				-	- 0,257	-0,314	-	0,086	0,943**
VB					-	-0,943**	-	-0,486	-
VK						-	-	-	-
IPCAG1 (GXY)							-	-	-
IPCAG1 (GXL)								-	-
IPCAG1 (GXG)									-

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

6.6.2.Spirmanov koeficijent za ispitivane hibride

Kada su u pitanju koeficijenti korelacija ranga može se videti da su oni značajno različiti od koeficijenata kod linija, što je verovatno posledica genetičke konstitucije i sistema ekspresije osobina (tabela 76). Mogu se konstatovati da se razlikuju koeficijenti između ispitivanih osobina kod linija i hibrida. Visoke i značajne vrednosti koeficijenata korelacije ranga su bile između broja redova zrna i mase 100 zrna (1,00**), prinosa (0,943**) i visine biljke (0,943**), mase 100 zrna i prinosa (0,943**), visine biljke (0,943**) i prinosa i visine biljke (0,829**). Vrednost koeficijenta korelacije ranga između visine biljke i visine klipa je jaka, pozitivna i statistički značajna (0.657*).

Kada su u pitanju koeficijenti korelacija ranga ispitivanih osobina i IPCAg1 za pojedine interakcije koje su bile statistički značajne i čije razdvajanje po genotipovima je realizovano. Može se konstatovati da je najveća vrednost koeficijenta korelacija ranga (0,886**) bila između prinosa sa jedne strane i interakcije genotipa i lokacija sa druge strane (vrlo jaka), što potvrđuju koeficijent ranga za IPCAg1(G x L) sa ovim osobinama. Slično je i sa koeficijentom

korelacije ranga mase 100 zrna i IPCAg1(G x L) (0,771*), dok je negativna vrednost bila kod visine biljke i IPCAg1(GxY) (0,771*). To je dokaz da na ekspresiju ovih osobine kod linija pored genotipova značajno utiču lokacije odnosno dodine, kao i interakcija genotipova i tretmana. Interesantno je napomenuti da ne postoje značajne vrednosti koeficijenta korelacija ranga između osobina i IPCAg1(GxT).

Tabela 76. Spirmanov koeficijent između ispitivanih osobina za hibride

OSOBI NE	OSOBI NE								
	BRZ	BZR	M100Z	PRINOS	VB	VK	IPCAG1 (GXY)	IPCAG1 (GXL)	IPCAG1 (GXT)
BRZ	-	0,143	0,143	0,200	0,314	0,571	-	0,200	-
BZR		-	1,00**	0,943**	0,943**	0,429	-	-	-
M100Z			-	0,943**	0,943**	0,429	0,143	0,771*	-0,029
PRINOS				-	0,829**	0,371	-0,086	0,886**	-0,429
VB					-	0,657	-0,771*	-0,200	0,086
VK						-	0,143	0,429	-0,029
IPCAG1(GXY)							-	-	-
IPCAG1(GXL)								-	-
IPCAG1(GXG)									-

*, ** - značajno na nivou verovatnoće 0.05, odnosno 0.01

7.DISKUSIJA

Proučavajući uticaj oplemenjivanja na prinos kukruza može se ustanoviti da je genetičko unapređenje potencijala za prinos dovelo do značajnog smanjenja broja genotipova koji su ostali u konkurenciji sa jedne strane i smanjenja apsolutne stabilnosti prinosa. Nekadašnje, ekstenzivne sorte i populacije su se odlikovale konstantnim prinosom zrna u svim uslovima proizvodnje, optimalnim i manje optimalnim. Visoko prinosni hibridi, pogodni za intenzivne uslove gajenja, u optimalnim uslovima ostvaruju rezultate bliske genetskom potencijalu za prinos zrna. Međutim, u područjima i godinama sa manje povoljnim uslovima evidentan je pad u ostvarenom prinosu zrna kukuruza. Ramadoss i sar. (2004), Kovačević i sar. (2007) i Križmanić i sar. (2014), objašnjavaju da su visoko statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima prinosa između godina očekivane i opravdane, i da ukazuju na veliki uticaj klimatskih faktora tokom vegetacije na formiranje visine prinosa zrna, što potvrđuje i značajnost interakcije genotip i lokacija i u ovom radu, i jasno ukazuje na varijabilnost prinosa pod uticajem sredine. Negativan uticaj stresnih uslova u proizvodnji na prinos zrna modernih sorti, prouzrokovanih sušom utvrdili su Denčić i sar. (2000). Populacije su pokazale stabilnost u optimalnim i sušnim uslovima ali na nižem nivou, što ukazuje na potrebu za ispitivanjem stabilnosti i specifične adaptabilnost i definisanje genotipova koji imaju potrebu za specifičnim uslovima gajenja.

Veliki broj istraživača se bavi stabilnošću prinosa, koja je uz visinu prinosa jedna od najvažnijih osobina na koju treba obratiti pažnju. Visina i stabilnost prinosa zrna kukuruza predstavljaju jedan od najvažnijih zadataka oplemenjivanja. Visina prinosa zavisi od genetskog potencijala za prinos, dok stabilnost prinosa zavisi od sposobnosti reagovanja genotipa na uslove sredine. Stabilnost u postizanju očekivanog prinosa jedna je od najpoželjnijih osobina da bi genotip bio preporučan za proizvodnju. Genotipovi ispoljava različite performanse u različitim sredinama pri čemu dolazi do promena ranga genotipova ili do kvalitativnih interakcija, koje su od najvećeg značaja za oplemenjivače jer otežavaju odabir superirnih genotipova i davanje preporuka proizvođačima (Babić 2011).

Među statističkim analizama predloženim za tumačenje *GEI* zasnovanog na korišćenju biplota, AMMI model (*Additive Main Effect and Multiplicative Interaction*) se izdvaja zbog najveće grupe tehnički raspoloživih interpretacija (Duarte i Vencovsky, 1999). AMMI analiza tumači efekte genotipa (G) i lokacije (E) kao aditivne efekte, a na *GEI* se kao na multiplikativnu neaditivnu komponentu primenjuje (analiza glavnih komponenata), PCA

analiza. AMMI analizom se iz sume kvadrata izdvaja jedna ili više statistički značajnih glavnih komponenata (PCA osa). Prilikom tumačenja rezultata koristi se biplot grafikon, koji poredi srednje vrednosti osobina genotipova i neku od glavnih komponenata (PC) interakcije. Gabriel (1971), navodi dva tipa AMMI modela u zavisnosti od značajnosti glavnih komponenata (AMMI1 i AMMI2). AMMI1 biplot se koristi za grafičko prikazivanje interakcije ako je veći deo sume kvadrata interakcije obuhvaćen PC1 osom. Vrednosti glavnih efekata (genotip, sredina) predstavljene su na apcisi, a vrednosti prve interakcijske ose PC1 na ordinati (Crossa 1990). Tako se uočavaju razlike među hibridima na osnovu prosečnog prinosa i interakcijskog efekta. Dobijeni rezultati za prinos su sistematizovani i statistički obrađeni metodom kombinovane analize varijanse (ANOVA) i LSD testa za nivo značajnosti $p < 0,05$ i $p < 0,01$. Analizom varijanse je utvrđeno postojanje 11 nivoa interakcije genotipa sa faktorima spoljašnje sredine (lokacije, godine, tretmani), što je omogućilo dalju statističku analizu stabilnosti AMMI2 modelom. Na osnovu AMMI analize procenjene su razlike u visini i stabilnosti prinosa zrna između hibrida i linija kukuruza različitih FAO grupa zrenja i izvršena njihova klasifikacija prema različitim agroekološkim uslovima gajenja. Posmatrano je šest hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja i šest linija kukuruza. Na osnovu analize varijanse (tabele 5 i 6) uočava se da su sredine kvadrata genotipova, lokaliteta, godina, tretmana, kao i njihova interakcija bile visoko statistički značajne za prinos zrna kukuruza. Ovakvo učešće pojedinačnih izvora variranja u ukupnoj sumi kvadrata je u saglasnosti sa istraživanjima Gauch i Zobel (1996), Yan et. al. (2000) i Babić (2011), koji navode da u višelokacijskim ogledima veoma često efekat sredine u sumi kvadrata učestvuju sa visokim udelom, dok efekat genotipa (G) i interakcije (GxE) sa daleko nižim procentom, pa se primenom samo ANOVA modela i zanemarivanjem interakcijskog efekta gubi ili zanemaruje dobar deo korisne informacije ogleda. Dekompozicijom sume kvadrata interakcije hibrida sa sredinama (godinama, lokacijama i tretmanima) dobijene su interakcijske komponente, od kojih je većina bila visoko statistički značajne. Autori ističu da prva interakcijska osa PC1 obuhvata kod većine osobina preko 80,0 % sistemskog variranja interakcije, a druga osa PC2 manje od 20,0 % sistemskog variranja, što je u saglasnosti sa ovim rezultatima. Sa prve dve najvažnije komponente na bazi sume kvadrata dobijeno je skoro 100,0% sume kvadrata kako u slučaju interakcije genotipa sa godinom i lokacijom tako i kod interakcije genotipa i tretmana. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima drugih autora, koji su za različite biljne vrste procenjivali parametre stabilnosti prinosa i drugih agronomskih osobina (Sabaghnia i sar. (2006); Solomon i sar. (2007); Delić i sar. (2009); Čvarković i sar.(2009); Balalić i Zorić (2012); Živanović i

sar.(2012); Sabaghnia (2013) i dr.). direktno poređenje nije moguće zbog različitog genetičkog materijala i različitih faktora spoljašnje sredine.

Varijabilnost ispitivanih osobina (usled uticaja genotipa i interakcija) i stabilnost prinosa zrna genotipova kukuruza može se prikazati grafički primenom GGE-biplot metoda, u vidu tzv. biplota. U tom slučaju, vrednosti na x-osi koordinatnog sistema određuje prva glavna komponenta interakcije (PC1), a druga glavna komponenta interakcije (PC2) definiše vrednosti na y-osi. Visoke vrednosti PC1 komponente su karakteristične za genotipove koji se odlikuju nadprosečnom ekspresijom ispitivane osobine, a druga glavna komponenta interakcije ukazuje na genotipsku stabilnost. Kod stabilnih genotipova njena vrednost teži nuli, a kod manje stabilnih vrednost se manje ili više udaljava od nule. Genotipovi od interesa u istraživanju i proizvodnji su oni sa visokim vrednostima PC1 komponente i niskim vrednostima PC2 komponente. Takve genotipove odlikuje široka adaptabilnost i visok nivo ekspresije gena za konkretnu osobinu, za razliku od genotipova specifične adaptabilnosti, koji su u koordinatnom sistemu daleko od koordinativnog početka.

Jedna od pogodnosti GGE-biplot metoda je prikaz modela "which-won-where", pri čemu dobijamo grafički raspored i mogućnost poređenja genotipova, lokaliteta, godina i tretmana prema ekspresiji ispitivane osobine. Na bazi povezivanjem genotipova koji su najudaljeniji od koordinativnog početka dobija se višegona geometrijsko telo. Unutar tako dobijenog višegonom tela nalaze se svi ostali genotipovi. Genotipovi na uglove tog tela predstavljaju najbolje ili najslabije genotipove u jednom ili više lokaliteta ili pri jednom ili više tretmana. Veći broj osa, koje polaze iz koordinativnog početka, dele biplot na više sektora na osnovu kojih se grupišu genotipovi, godine, lokaliteti i tretmani. Genotipove na koje treba obratiti pažnju pri selekciji genotipova sa nekim specifičnim osobinama je smeštena u istom sektoru, dok neki drugi genotipovi se mogu koristiti u oplemenjivanju kukuruza za ekološki specifična područja i uslove gajenja (brdsko-planinska područja, manje intenzivna agrotehnika, organska proizvodnja i sl.).

Međusobno slični lokaliteti su smešteni u jedan sektor i dovode do slične ekspresije neke osobine kod ispitivanih genotipova. Genotipovi smešteni u okviru tog sektora sa visokom stabilnošću su genotipovi koji se odlikuju visokom ekspresijom date osobine u konkretnom lokalitetu. Ostali genotipovi kukuruza koji se nalaze van ovog sektora se odlikuju slabom ekspresijom za ispitivanu osobinu. Veliki broj sektora u modelu "which-won-where" za neku osobinu ukazuje na veliku divergentnost ispitivanih genotipova kukuruza za ispitivanu osobinu. Stavljanjem u međusobni odnos dve glavne komponente, PC1 i PC2, formiran je grafički prikaz u vidu biplota, omogućivši vrednovanje genotipova, na osnovu fenotipske

ekspresije posmatranih osobina u različitim lokalitetima, pri različitim godinama i tretmanima, uz istovremenu identifikaciju najprinosnijih i najstabilnijih.

Ovakav pristup u istraživanjima i korišćenje GGE-biplot metod prema Yan i Kang (2003) omogućava i istovremeno poređenje dva i više genotipova, rangiranje genotipova u odnosu na idealan genotip, rangiranje i ocenu svakog lokaliteta i tretmana korišćenog u istraživanju i identifikaciju mega-područja gajenja. Dok, Yan i sar. (2000), ističu da se u osnovi GGE-biplot metoda nalazi statistički model analize i tumačenje osnovnih komponenti (PCA), pri čemu prva osnovna komponenta (PC1) predstavlja prinos ispitivanog genotipa, dok druga osnovna komponenta (PC2) ukazuje na stabilnost rodnosti. Mnogi autori su u svojim istraživanjima koristili GGE-biplot metod, samostalno ili u kombinaciji sa drugim statističkim modelima, pri vrednovanju rezultata više lokacijskih ogleda (Samonte i sar. 2005; Gauch 2006; Yan i sar., 2007; Fan i sar., 2007; Ilker i sar., 2009; Alwala i sar., 2010; Oliveira i sar., 2010; Mitrović i sar., 2011; Mitrović i sar., 2012). Nastojanje je da se u što većoj meri i iz više različitih uglova sagleda varijabilnost, odnosno stabilnost prinosa zrna, ali i ostalih komponenti rodnosti. U ovim istraživanjima moguće je porediti jedino udele prve i druge glavne komponente (PC1 i PC2), u sumi kvadrata GGE varijanse.

Sličan odnos vrednosti PC1 i PC2 osa koje su dobijeni u ovim istraživanjima dobili su Mitrović i sar. (2012), Nzuve i sar. (2013) prilikom testiranja eksperimentalnih hibrida kukuruza, kao i Babić i sar. (2011), Sabaghnia i sar. (2013), Boakyewaa (2012) pri primeni AMMI model pri utvrđivanju i izdvojanju najstabilnijih genotipova u svojim istraživanjima kod različitih gajenih biljnih vrsta. Gauch (2006), je izdvojio AMMI model kao jedan od efikasnijih modela, zato što razdvaja glavne izvore varijacija (G, E, GE), a to je neophodno za ovakvu vrstu istraživanja, pa je zato bliži agronomskom gledištu i jednostavniji za analizu rezultata. AMMI analiza se može izdvojiti kao izuzetno efikasna i pregledna, prilikom odabira stabilnih genotipova za pojedina područja gajenja. Ovaj model podjednako dobro grupiše i hibride i sredine, a na osnovu grafika može da se izvrši međusobno poređenje hibrida, sredina, kao i izdvajanje najboljih hibrida za gajenje u jednoj ili više sredina.

U ovim istraživanjima se pošlo od pretpostavke da proučavani genotipovi kukuruza različito reaguju na promene faktora spoljašnje sredine (lokacije, godine, tretmani sulfonilureama) čime ispoljavaju i različitu stabilnost prinosa. Da bi izdvojili genotipove kukuruza čiji prinos najmanje varira pod uticajem faktora spoljašnje sredine korišćena su neparametrijska merila kao i GGE biplot analizu po obrascu biplota „šta-pobeđuje-gde“.

Glavni efekat genotipa i interakcije genotip x spoljašnja sredina (GGE) biplot, grafički prikazuje glavni efekat genotipa i interakciju genotipa i spoljašnje sredine kroz tip

višelokacijskih i višegodišnjih ogleda, kao i interakciju genotipa i tretmana sulfonilureama i olakšava grafičku procenu i genotipova, ekološke sredine i tretmana. GGE biplot pruža jednostavnu i razumljivu analizu interakcije, koja je izazov za oplemenjivače, genetičare i agronome. Omogućava da se razume region gajenja genotipa u celini, bez obzira da li ga čini jedna ili više megasredina, što utvrđuje da li da se interakcija iskoristi ili izbegne. GE pruža mogućnost za selekciju i afirmaciju genotipova koji su u pozitivnoj interakciji sa lokalitetom u preovlađujućim sredinskim uslovima (korišćenje specifične adaptacije) ili pak, za odabir genotipova sa malom oscilacijom ali nižeg prinosa tj. iskorišćavanje stabilnosti prinosa; Ceccarelli, 1996). Prema Arain i sar. (2011), faktori spoljašnje sredine, abiotički i biotički; nisu konstantni u toku godina i na različitim lokalitetima, što utiče na stabilnost prinosa genotipova. Idealan genotip mora da ima nisku varijansu GxE interakcije, nadprosečni potencijal za prinos i manje odstupanje od očekivane reakcije za dato područje. Studije stabilnosti su od velikog značaja u identifikaciji hibrida pogodnih za gajenje u širem agroekološkom arealu. Takođe je od velikog značaja i otkrivanje specifične adaptabilnosti genotipova za optimalne i manje pogodne uslove proizvodnje. Ovakav pristup može doprineti rejonizaciji hibrida kukuruza. Pod rejonizacijom se podrazumeva određivanje optimalnih rejonu za gajenja hibrida na osnovu provedenih odgovarajućih istraživanja (Konstantinov i sar., 2004). Ivanović i sar. (2007) ukazuju da pravilna rejonizacija sorti gajenih biljaka može da se odrediti na osnovu višegodišnjih ogleda iz odgovarajućeg sortimenta.

U ispitivanom materijalu identifikovani su genotipovi sa izraženim iznadprosečnim i ispodprosečnim vrednostima kao i najstabilniji odnosno najnestabilniji genotipovi. Ova podudarnost je u saglasnosti sa rezultatima drugih autora koji su stabilnost prinosa različitih biljnih vrsta takođe procenjivali primenom ovih parametara (Kaya i Taner, 2003; Abera i sar., 2006; Sabaghnia i sar., 2006; Segherloo i sar., 2007; Mohammadi i sar., 2007; Solomon i sar., 2007; Akcura i Kaya, 2008).

Različiti odgovori genotipova na varijabilne uslove sredine i promena rangova genotipova u različitim sredinama predstavlja prepreku u identifikaciji superiornih i stabilnih hibrida (Epinat i sar., 2001), jer interakcija otežava identifikaciju superiornih genotipova (Truberg i Hühn, 2000) u većem broju različitih ekoloških sredina, što je stabilnost genotipova (Eberhart i Russell, 1966). Ignorisanje prisustva interakcije je problematično kada je ona statistički značajna i kada je njen efekat veći od uticaja genotipa (Gauch i Zobel, 1996), što je čest slučaj kod prinosa zrna (Babić i sar., 2006; Branković Radojčić, 2016). Pravilno razumevanje značaja genetičkih faktora i ekološke sredine koji uzrokuju interakcije u relevantnom GEI sistemu ima veliki uticaj na oplemenjivanje biljaka (Magari i Kang, 1993;

Basford i Cooper, 1998) i izbor superiornih genotipova kada je u pitanju prinos zrna (Butron i sar., 2004). Stabilnost prinosa zrna je najpoželjnija osobina, koja preporučuje hibrid za proizvodnju (Živanović i sar., 2004; Čvarković i sar., 2009).

Interakcija između hibrida, godine i lokacije je nepoznanica i problem u početku širenja novog hibrida (Jocković i sar., 2008). Razumevanje uzroka GEI može se koristiti za postavljanje ciljeva selekcije, identifikaciju idealnih uslova pri testiranju, određivanje oblasti optimalne adaptacije genotipa i smanjenje troškova testiranja genotipova kroz eliminaciju nepotrebnih lokacija pri kreiranju programa oplemenjivanja (Kang, 1996 i Jocković i sar., 2008). Tako Đukić i sar. (2011), navode da u godinama sa nepovoljnim vremenskim uslovima može doći do redukcije mase 1000 zrna čak i do 30% kod pojedinih genotipova, takođe autori ističu da su masa i prinos najbolji pokazatelji povoljnosti nekog regiona za gajenje određene biljne vrste.

Podaci naših oglada ukazuju na činjenicu da je ekološka varijansa dominantan izvor u varijaciji prinosa kukruza, što je u saglasnosti sa analizama koji su dali Yan i Tinker (2006) koji tvrde da kod prinosa 70-80% biljnih vrsta uticaji genotipa i interakcije relativno mali. U cilju preciznijeg sagledavanja vrednosti svakog genotipa i lokaliteta, autori ističu neophodnost istovremenog praćenja uticaja genotipa i interakcije (koncept krossover interakcije), kao dva najvažnija izvora variranja u ukupnoj fenotipskoj varijansi. Yan i sar. (2000) ističu GGE-biplot metod (G i GxE). U osnovi ovog metoda nalazi se statistički model analize i tumačenje glavnih komponenti (PCA). Prva glavna komponenta (PCA1) predstavlja prinos ispitivanog genotipa, dok druga glavna komponenta (PCA2) prikazuje stabilnost prinosa. GGE-biplot metod omogućava evaluaciju genotipova na osnovu fenotipske ekspresije osobina, identifikaciju najprinosnijih i najstabilnijih, poređenje dva i više genotipova, rangiranje genotipova, rangiranje lokaliteta i identifikaciju mega-područja gajenja (Yan i Kang, 2003). Prednost GGE-biplot metoda se ogleda u tome da u većoj meri može objasniti varijaciju nastalu usled objedinjenog uticaja genotipa i interakcije na dvodimenzionalnom GGE biplot grafikonu (Yan i sar., 2007). Od strane Yan i sar. (2000) GGE biplot je prepoznat kao inovativan grafički prikaz, koji može da se primenjuje u oplemenjivanju biljaka, te su predložili modifikovanje konvencionalne AMMI analize. Ova metoda je zasnovana na linearno-bilinearnom SREG (*Sites regression*) modelu (Cornelius i sar., 1992), koji je modifikovan od strane Yan-a i sar., (2001) uključivanjem dve glavne PC komponente. GGE biplot analiza se koristi za identifikaciju mega-sredina, grupisanje ili razdvajanje lokacija koje se ispituju u zajedničkoj megasredini, a potom se koristi za evaluaciju genotipova u okviru tih megasredina i odabir najdiskriminativnije i najreprezentativnije lokacije (Mitrović i sar., 2011). GGE biplot analize izdvaja „idealne“ sredine. Idealnom sredinom se smatra sredina koja ima visoku PC1 vrednost,

odnosno najveću moć diskriminacije genotipova i nisku PC2 vrednost, odnosno najreprezentativnije je od svih sredina. „Idealna“ sredina, kao i idealan genotip ne postoji u realnosti, ona može poslužiti za vrednovanje ostalih sredina i genotipova. Što je na grafikonu realni genotip ili realna sredina bliža „idealnoj“ to su poželjniji, a koncentrični krugovi označavaju udaljenost od idealne vrednosti (Yan i sar., 2000). Kod prinos zrna PC1 osa prikazuje visinu prinosa i poželjno je da njena vrednost bude što veća, a PC2 osa prikazuje interakciju genotipa sa sredinom, i poželjno je da ima što manju vrednost. U tim slučajevima posmatrani genotip ima visok nivo stabilnosti prinosa i malu interakciju sa sredinom. Prema Letta-a i sar. (2008), osnovni koncept na kome se zasniva GGE–biplot metod je da se oceni svaki genotip u pogledu prinosa zrna i drugih osobina, pri čemu procenu treba sprovoditi istovremenim uzimanjem u obzir uticaja genotipa i interakcije (prve – PC1 i dve glavne komponente - PC2 ili tzv. primarni i sekundarni uticaji) koje su izvedene iz varijacije prinosa zrna usled uticaja genotipa i interakcije).

Tako su Babić i sar., (2011) su primenom AMMI2 modela utvrdili da je obučeno 98,4% sume kvadrata tretmana, 12 sredina grupisano u tri ciljne sredine pri ispitivanju 15 hibrida kukuruza, što je u saglasnosti sa ovim rezultatima. U ovom radu je odabrano tri hibrida kukuruza koji su nosioci maksimalnih prinosa u tri ciljne sredine. Na taj način je zaključeno da se može iskoristiti uska prilagođenost genotipa, za postizanje visokih prinosa bez obzira na veličinu regiona. Da je to tako potvrđuju i naša istraživanja jer su hibridi FAO 600 (ZPSC600 i ZPSC606) koji su se odlikovali visokim prinomom imali i visok nivo stabilnosti, što je u suprotnosti sa istraživanjima Đurovića i sar. (2014). Naime autori su dobili veću stabilnost hibrida iz FAO 300 i FAO 400. Ovakvi rezultati se mogu objasniti uticajem edafski, orografskih, pedoloških i klimatskih faktora Zapadne Srbije. Takođe, prisutne su i značajne razlike u reakciji genotipa na uslove po lokalitetima, kao posledica interakcije. U ovim istraživanjima autori ističu da prilikom donošenja odluka, koje se tiču stvaranja hibrida i identifikacije određenih rejona gajenja relevantni su efekat genotipa (G) i interakcije genotip x sredina (GxE). Efekte genotipa i efekat interakcije treba razdvojiti u istraživanjima, a integristi u konačnom prinomu, jer istovremeno utiču na rang određenog genotipa u datoj sredini. AMMI analiza kao hibridni model, to omogućava. Da je to tako potvrđuju i u svojim istraživanjima Mitrović i sar. (2012). Autori su pomoću GGE biplot i AMMI analize procenili stabilnost i adaptabilnost 19 eksperimentalnih hibrida kukuruza u 12 sredina tokom dve godine na severu Srbije po potpuno slučajnom blok sistemu. Analiza varijanse za prinos zrna je pokazala značajne efekte genotipova (G), okruženja (E) i njihove interakcije (GE). Najveći uticaj na variranje je imala spoljašnja sredina, dok su efekti genotipa i interakcije GE zajedno uticali na

variranje manje od 30%. Nasuprot ovim rezultatima su naši gde je taj odnos potpuno obrnut kako za linije tako i za hibride. Treba napomenuti da u ukupno variranju dominiraju različiti oblici interakcije. Zajednički efekti genotipa i interakcije GE su podeljeni GGE biplot analizom, pri čemu su prve dve komponente variranja interakcije bile značajne i obuhvataju skoro 100% u slučajevima interakcije G x L i G x Y, a taj odnos se značajnije menja u korist druge PC2 komponente kada je u pitanju interakcija G x T. Na osnovu ovih istraživanja može se zaključiti da nema velike razlike između AMMI i GGE biplot analize u proceni stabilnosti hibrida kukuruza u različitim lokacijama i godinama i da se obe metode mogu uspešno koristiti.

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 sličnih 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 na prinos zrna. 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 kod hibrida 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), što je u saglasnosti sa našim rezultatima. Sa druge strane negativnu korelaciju između visine biljke i klipa sa prinosom su ustanovili Yousuf i Saleem (2001), Olakojo i Olaoye (2011).

Heritabilnost za prinos i druge osobine u širem smislu varira od 30 – 90% kod većine autora u zavisnosti od selekcionog materijala, uslova gajenja, primenjenog metoda selekcije i osobine (Hallauer i Miranda, 1988; Covarrubias-Prieto i sar., 1989; Han i Hallauer, 1989; Zaroni i Dudley, 1989; Walters i sar., 1991; Stucker i Hallauer, 1992; Husić i sar., 1993; Đorđević, 1994; Trifunović, 1994; Vančetović, 1994; Stojnić, 1995; Schnicker i Lamkey, 1995; Živanović i Šurlan Momirović, 2001 i drugi), što je u saglasnosti sa ovim istraživanjima. Nešto niže vrednosti heritabilnosti za prinos (15,2%) navodi Johnson (1989). Hallauer i Miranda (1988) na bazi sumiranja rezultata mnogih istraživanja iznose da je za prinos $h^2=18,7\%$, dok je za masu 1000 zrna bila za više od dva puta veća ($h^2=41,8\%$). Ovaj parametar varirao je prema Hallauer i Miranda (1988) za BSSS kod prinos od 34,9-89,4%. Na osnovu ovih rezultata heritabilnosti može se zaključiti da su sve ove osobine u najvećoj meri

determinisane aditivnim delovanjem gena (Hallauer i Miranda, 1988; Trifunović, 1994; Živanović i sar., 2007). Razlike koje se sreću u vrednostima heritabilnosti između linija i hibrida se mogu objasniti i time da je genetička varijabilnost uslovljena oko tri puta većom vrednošću aditivne nego dominantne varijanse kod S_1 potomstva ($\sigma_A^2 + 1/4\sigma_D^2$), što iznosi Nawar (1986).

Za prinos zrna dobijene su vrlo visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu, što znači da je veliki uticaj neaditivne varijanse na determinaciju fenotipa ili je udeo varijanse dominantnog delovanja gena u ukupnoj genetičkoj varijansi veoma visok. Slične vrednosti heritabilnosti u širem smislu u svojim istraživanjima dobili su. Todorović, 1995, Sečanski, 1999, Pekić, 2001, Sečanski i sar., 2007, Costa Andrade. and Miranda Filho, 2008. Kod nasleđivanja svojstva broj redova zrna ustanovljene su visoke vrednosti heritabilnost u širem smislu u obe godine ispitivanja, što znači da je fenotipska vrednost ove osobine rezultanta prvenstveno genotipa, odnosno njegove aditivne komponente. Visoke vrednosti heritabilnost u širem smislu su dobili i Todorović, 1995, i Sečanski, 1999, a nešto nižu Pekić, 2001.

Fenotipska divergentnost između linija i između hibrida ustanovljena je primenom hijerarhijske klaster analize. Analiza je urađena sa ciljem da se utvrdi da li se može iskoristiti fenotipska karakterizacija genotipova za definisanje homogenih grupa po srodnosti i koliko su rezultati u saglasnosti sa poznatim informacijama o pedigreu ispitivanog materijala. Klaster analiza ima prednosti koji je čine atraktivnom za oplemenjivače biljaka ali ima i neke nedostatke. Grupe formirane u klaster analizi nisu uvek jedinstvene i njihova kompozicija može da se menja uvođenjem novih individuali osobina u analizu ili većom varijabilnošću faktora spoljašnje sredine. Dendrogrami pokazuju podatke u vidu grupa čak i onda ako postoji kontinuirana varijabilnost u podacima. U tom slučaju se malo toga može zaključiti o odnosima genotipova koji se nalaze unutar istog klastera, kao i kolika je međusobna udaljenost jedinica posmatranja koje se nalaze u različitim klasterima. Na osnovu dobijenih dendrograma možemo zaključiti o fenotipskoj sličnosti genotipova kukuruza. Organizacija germplazme u genetički divergentne grupe od ključne je važnosti za optimalno korišćenje fenomena heterozisa. Ovo je posebno važno prilikom stvaranja hibrida, gde je definisanje i iskorišćavanje heterozisa važno za krajnji ishod oplemenjivanja. u ovim istraživanjima je primećena visoka podudarnost divergencije njihovog ukrštanja kao roditelja odgovarajućih hibrida.

Razlike u visini pojedinih genetičkih i selekcionih parametara za različite osobine, mogu se pripisati specifičnosti genetičkog materijala i njegovoj različitoj reakciji na uslove gajenja, tipu eksperimenta, kao i načinu procene određenih parametara (Falconer, 1989), te direktna poređenja navedenih parametara sa drugim istraživanjima nije uvek moguća (Lamkey

i Hallauer, 1987; Hallauer, 1989; Lamkey, 1992; Strucker i Hallauer, 1992; Lamkey i sar., 1995; Holthaus i Lamkey, 1995; Schniker i Lamkey, 1995; Fountain i Hallauer, 1996, Živanović i sar. 2004; i Živanović i sar. 2012).

8.ZAKLJUČAK

U ovom radu ispitivana je ekspresija kvantitativnih osobina za prinos zrna i komponente prinosa zrna šest komercijalnih hibrida i šest inbred linija kukuruza različitih FAO grupa zrenja tokom dve godine na dve lokacije. Ispitivan je uticaj različitih faktora sredine i interakcije genotip x sredina (GEI) u uslovima stresa izazvanog delovanjem sulfonilurea. Sva tretiranja su obavljena kada je kukuruz imao 9, 10 i 11 listova u zavisnosti od FAO grupe zrenja, a svi ispitivani preparati su registrovani do šestog, odnosno sedmog lista.

Na osnovu dobijenih rezultata oglada i njihove detaljne statističke analize mogu se izvući sledeći zaključci:

1. Analizom varijanse (ANOVA) utvrđena je statistički visoka značajnost glavnih aditivnih efekta sredine: godina, lokalitet, tretman, genotipa (G) i neaditivne interakcije genotip x sredina (GxE), za skoro sve proučavane agronomske osobine u ovom radu.

2. Vrednosti koeficijenata varijacije zbirno kod inbred linija kretao se u intervalu od 6,33 % kod osobine broja zrna u redu klipa kukuruza do 10,43 % kod visine klipa, dok je za najvažniju osobinu ispitivanu u ovom radu, prinos zrna kukuruza, koeficijent varijacije iznosio 6,84%. Nešto je drugačija slika kada su u pitanju hibridi, vrednosti koeficijenata varijacije zbirno kretao se u intervalu od 2,23 % kod osobine visine biljke kukuruza do 7,18 % kod broja redova zrna, dok je za najvažniju osobinu ispitivanu u ovom radu, prinos zrna kukuruza, koeficijent varijacije bio sličan kao kod linija i iznosio 5,72%, što govori da je ovaj ogled izveden metodološki korektno, te da se rezultati oglada mogu smatrati reprezentativnim. Takođe relativno nizak koeficijent varijacije kod svih ispitivanih linija i hibrida ukazuje na njihovu homogenost i na nizak uticaj ekoloških faktora.

3. Broj redova zrna za sve godine, lokacije i tretmane kod linija kukuruza se kretao od $10,08 \pm 1,784$ (L-2) do $13,88 \pm 1,160$ (L-5). Kod linija L-5 i L-6 utvrđen je relativno nizak koeficijent varijacije što ukazuje na značajan uticaj genetičke osnove na variranje ove osobine tj. visoku heritabilnosti. Ispitivane linije kukuruza ostvarile su različit broj redova zrna na različitim lokacijama, uglavnom su bolji rezultati ostvareni na prvoj lokaciji (Pančevo). Kada su u pitanju hibridi kukuruza, interval variranja prosečnih vrednosti ove osobine je varirao od $14,48 \pm 1,130$ (ZP 560) do $15,60 \pm 1,180$ (ZP 606)).

4. Kod ispitivanih linija kukuruza prosečne vrednosti broja zrna u redu za sve godine, tretmane i lokacije kretao se od $21,65 \pm 4,285$ (L-2) do $28,98 \pm 2,207$ (L-5). Kod linija L-5 i L-3

utvrđen je nizak uticaj faktora spoljašnje sredine i visoke homogenosti i homozigotnosti. Kod ispitivanih hibrida najveće vrednosti ostvario je hibrid ZP 600, prosečno $46,17 \pm 2,364$. Nizak koeficijent varijacije kod svih ispitivanih hibrida isključuje uticaj ekoloških faktora.

5. Masa 100 zrna dosta je varirala kod ispitivanih linija kukuruza i dostigla maksimum od $38,06 \pm 3,290$ g kod linije L-5. Samo kod linija L-5 i L-6 zbog niskog koeficijenta varijacije možemo govoriti o uticaju genetičkih faktora dok je kod ostalih linija značajniji uticaj ekoloških faktora. Kod hibrida kukuruza najveću masu 100 zrna postigli su hibridi iz FAO grupe 600, a kod gotovo svih ispitivanih hibrida utvrđen je slabiji uticaj ekoloških faktora.

6. Sa maksimalnim prinosom od $4665 \pm 331,5$ kg/ha linija L-5 se pokazala kao najbolja, dok su prosečne vrednosti prinosa bile različite kod svih ispitivanih linija. Kako kod linije L-5, koja je dala najbolje rezultate, tako i kod linije L-6 je utvrđena visoka heritabilnost. Ispitivani hibridi su ostvarili znatno veće prinose, ZP 600 (11225 ± 1185 kg/ha) sa najvećim prinosom i ZP 434 sa najnižim prinosom (9289 ± 1011 kg/ha). Ovakav poredak je logičan imajući u vidu da je hibrid sa najnižim vrednostima iz FAO 400 i da je u fazama organogeneze otišao najdalje u vreme stresa pod uticajem sulfonilurea.

7. Kada je u pitanju visina biljaka, sve linije kukuruza su dale približne rezultate (maksimalna visina bila je $183,2 \pm 13,32$ cm kod linije L-4) i kod svih ispitivanih linija je utvrđen uticaj genetičkog faktora, ili su genetički i ekološki faktori izjednačeni. Mala razlika u visini uočena je i kod hibrida, s tim što je najveću visinu postigao hibrid ZP 600 (prosečno $256 \pm 23,48$ cm).

8. Prosečna visina klipa linija kukuruza kretala se od $60,35 \pm 8,214$ do $66,02 \pm 7,390$ i na nju su uticali ekološki faktori, odnosno utvrđena je niska heritabilnost, za razliku od hibrida kukuruza gde je kod gotovo svih hibrida utvrđena visoka heritabilnost, a prosečna visina klipa kretala se od $89,29 \pm 8,272$ do $100,4 \pm 8,831$.

9. Vrednosti heterozisa u odnosu na boljeg roditelja su uglavnom bile pozitivne, što je i logično obzirom da se radi o komercijalnim hibridima, a za broj zrna u redu, prinos i visinu klipa bile i statistički veoma značajne. Upoređujući relativne vrednosti heterozisa između ispitivanih osobina može se videti da su najviše vrednosti bile kod prinosa, a najmanje kod broja redova zrna. Redosled vrednosti relativnog heterozisa kod osobina je sledeći: prinos, broj zrna u redu, visina klipa, visina biljke, masa 100 zrna i broj redova zrna. Superdominacija, kao način nasleđivanja, dominira u nasleđivanju ispitivanih osobina kukuruza i sreće se u nasleđivanju prinosa, broja zrna u redu, visine biljke i visine klipa, a kod broja redova zrna i mase 100 zrna, pored superdominacije sreće se i parcijalna dominacija i dominacija.

10. Dobijene su visoke vrednosti za heritabilnost ispitivanih osobina kako kod linija tako i kod hibrida. Najniža vrednost heritabilnosti je za prinos zrna (55,99 % kod linija i 71,42% kod hibrida), što je i bilo logično očekivati imajući u vidu prirodu ekspresije ove osobine.

11. Nijedan ispitivani herbicid iz grupe sulfonilurea nije smanjio prinpos hibrida kukuruza dobijenih nakon prve godine tretiranja roditeljskih linija, ručno ukrstenih u Institutu Tamiš, iako su herbicidi primenjivani u kritičnoj fazi, te možemo reći da ispitivani herbicidi nisu uticali na genotip hibrida. Kao najselektivnija pokazala se aktivna materija nikosulfuron.

12. Herbicidi iz grupe sulfonilurea izazvali su stres kod hibrida i linije kukuruza, što se najbolje ogleda smanjenjem prinosa. Iako su ostvarili najveće prinose, na hibride iz FAO grupe 600 su najviše uticali ovi stesni uslovi, a kao posebno osetljiv se pokazao hibrid ZP 606. Foramsulfuron je herbicid iz grupe sulfonilurea koji je izazvao stres u najvećoj meri dok je nikosulfuron bio najselektivniji.

13. AMMI analiza je veoma primenljiva za analizu linija kukuruza i interakcija između različitih godina, lokaliteta i tretmana. Učešće genotipa u prinosu zrna kukuruza u ukupnoj fenotipskoj varijaciji iznosilo je 21,16%, ukupni udeo u godinama i lokalitetima je bio 6,10%, tretmanima 18,22% i 54,52% za ukupnu interakciju. Udeo IPCA1 za prinos zrna kukuruza u $G \times T$ interakciji bio je 47,39%, dok je IPC2 bio 37,94%. IPC1 i IPC2 za ovu interakciju je 85,33%. Visok nivo IPC2 ukazuje na značajan efekat tretmana.

14. Među testiranim linijama kukuruza / genotipovima, L-4, L-5 i L-6 mogu se označiti kao najviše prinostni genotipovi. Linija L-5 se može preporučiti za dalje programe oplemenjivanja i proizvodnju zbog stabilnih i visokih prinosa.

15. Svakako da je varijabilnost i stabilnost prinosa najvažnija osobina u proizvodnji kukuruza. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna ispoljili su hibridi H-4 i H-5 čije vrednosti fenotipske ekspresije za ispitivanu osobinu i stabilnost skoro poklapaju. Tačke koje zauzimaju ovi hibridi u kordinatnom početku se nalaze između tačaka koje zauzimaju lokacije te se može konstatovati da obe lokacije podjednako odgovaraju ovim hibridima. Hibrid H-4 ima nešto veći prosečan prinos, ali je stabilnost na nivou hibrida H5.

16. Najveću stabilnost u pogledu ekspresije prinosa zrna pri različitim tretmanima ispoljio je genotip H-5 i H-1, a zatim ostali hibridi. Najniži nivo ekspresije su ispoljili H-1 hibridi. Može se zaključiti da su konstantnu stabilnost i fenotipsku ekspresiju prinosa zrna ispoljili hibridi H-5 i H-4, kako u pogledu ispitivanih lokaliteta, tako i primenjenih tretmana. Sličan zaključak se može izvesti i za hibrid H-6, za koji se može reći da ne predstavlja ništa novo u selekciji i proizvodnji, s obzirom na visinu prinosa koji je postigao na lokacijama pri različitim tretmanima.

17. Oba lokaliteta pripadaju istom sektoru. Najbolju ekspresiju i najveću stabilnost su ispoljili hibridi H-4 i H-5, a ovu ekspresiju su realizovali na granici između dva ispitivana lokaliteta, dok je hibrid H-6 daleko nižu ekspresiju i stabilnost postigao u prvom lokalitetu, ali ne predstavlja izazov za proizvođače i selekcionere. Ostala tri hibrida nisu pokazala rezultat od značaja za selekciju i proizvodnju ni u jednom od posmatranih lokaliteta.

18. Na osnovu fenotipske ekspresije za prinos zrna, hibrid H-4 je imao najveću ekspresiju i visok nivo stabilnosti, a hibrid H-5 je imao najviši nivo stabilnosti i visoku fenotipsku ekspresiju uslovima delovanja različitih tretmana. Pomenuti genotipovi pokazali su najbolje vrednosti u kontroli, koja je prema svojim prosečnim vrednostima, takođe, smešteni u istom sektoru.

19. Hibridi H-4 i H-5 teže idealnom genotipu kako po pitanju lokacija tako i po pitanju tretmana, a hibrid H-6 nešto udaljeniji, dok su ostali hibridi na suprotnom kraju od idealnog genotipa i nisu interesantne za dalji oplemenjivački rad i proizvodnju.

Na osnovu ove analize može se zaključiti da su hibridi kukuruza postižu različite prinose zrna u različitim sredinama, te da rejonizacija proizvodnog područja i identifikacija genotipova sa većom fenotipskom stabilnošću može doprineti unapređenju ukupne proizvodnje kukuruza.

Ovaj rad treba da bude od koristi kako selekcionerima kukuruza, za što bolje razumevanje interakcije genotip x sredina, koja je od izuzetnog značaja u svim oplemenjivačkim programima, tako i samim poljoprivrednim proizvođačima pri izboru hibrida kukuruza za setvu u određenom proizvodnom području, koji su gajeni u uslovima stresa izazvanog kako ekološkim faktorima tako i delovanjem sulfonilurea budući da su u radu praćeni trenutno najzastupljeniju hibridi kukuruza na domaćem tržištu iz Instituta za kukuruz Zemun Polje.

Moderna poljoprivredna proizvodnja je povezana sa visokim ulaganjima, a rast cena repromaterijala i energenata nameće poljoprivrednim proizvođačima potrebu za postizanjem maksimalnih prinosa na ograničenim zemljišnim resursima za sve ratarske kulture i svaka greška u tehnološkom procesu, koja dovede do smanjenja prinosa, može biti fatalna za gazdinstvo u celini. Stoga u proizvodnji kukuruza treba primenjivati tehnologiju koja će omogućiti postizanje nivoa prinosa približno genetičkom potencijalu za prinos i na taj način će se lakše izbeći skupe greške u procesu proizvodnje.

9.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.

Adugna, W., Labuschagne, M.T. (2003): Parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in linseed (*Linum usitatissimum* L.). Euphytica 129: 211 – 218.

Ahmad A., Saleem M. (2003): Path coefficient analysis in *Zea mays* L. International Journal of Agriculture and Biology 5(3): 245-248.

Allard, R.W., Bradshaw, A.D. (1964): Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. Crop Sci.,4: 503-508.

Allen, J.R., McKee, G.W., McGahen, J.H. (1973): Leaf number and maturity in hybrid corn. Agron. J., 65:233-235.

Alwala, S., Kwolek, T., McPherson, M., Pellow, J., Meyer, D., (2010): A comprehensive comparison between Eberhart and Russell joint regression and GGE biplot analysis to identify stable and high yielding maize hybrids. Field Crops Research, 119, 225-230.

Akcura, M., Kaya, J. (2008): Nonparametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Genet. Molec. Biol. 4 (31): 906-913.

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.

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

Arain, M., Sial, M., Rajput, M., Mirbahar, A. (2011): Yield stability in bread wheat genotypes. Pak. J. Bot., 43(4): 2071-2074.

- 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.
- Babić, V. (2011):** Genetičke komponente stabilnosti hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
- Babić, M. (1993):** Nasleđivanje prinosa zrna, zapremine kokičavosti i morfoloških osobina kukuruza kokičara (*Zea mays* L. *everta*). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Babic, V., Babić, M., Delic, N. (2006):** Stability parameters of commercial maize (*Zea mays* L.) hybrids – *Genetika*, Vol. 38/3, 235- 240.
- Babić, V., Babić, M., Ivanović, M., Kraljević-Balalić, M., Dimitrijević, M. (2010):** Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in maize breeding. *Genetika*, Vol. 42(1): 79-90.
- Babić, V., Babić, M., Ivanović M., Filipović, M. (2011):** Pattern in interaction in maize yield trial. *Journal of Agricultural Sciences*, 56(2): 101-110.
- Baker, R.J. (1988):** Tests for crossover genotype – environmental interactions. *Can. J. Plant Sci.* 68: 405 – 410.
- Baker, R.J. (1990):** Crossover genotype-environmental interaction in spring wheat. In genotype by environment interaction and plant breeding. M.S. Kang (ed.) Louisiana Agricultural Experiment station. LSU. Baton Rouge. Pp 42-51.
- Balalić, I., Zorić, M., Miklič, V., Dušanić, N., Terzić S., Radić, V. (2011):** Non-parametric stability analysis of Sunflower oil yield trial. *Helia*, 34/54: 67-78.
- Balestre, M., Candido de Souza, J., Garcia von Pinho, R., Lunzzo de Oliveira, R., Muro Valente Paes, R. (2009):** Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.*, 9: 219-228.
- Balzarini, M., Bruno, C., Arroyo, A. (2005):** Analisis de ensayos agricolas multi-ambientales: Ejemplos con Info-Gen. *Fac. de Cs. Agropec. U.N.C., Argentina*, pp 141.
- Barriere, Y.A., Gallais, A., Barthet, H. (1988):** Utilisation du gène brown midrib-3 pour l'amélioration du maïs fourrage. II. Sélection récurrente de populations. *Agronomie* 8 (7): 625-631.

Basford, K.E., Cooper, M. (1998): Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49: 154-174.

Basheeruddin, M., Reddy, M.B., Mohammad, S. (1999): Correlation coefficient and path analysis of component characters as influence by the environments of forage maize. *Crop Res. (Hisar)*, 17: 85-89. Basford i Cooper, 1998)

Becker, H.C. (1981): Biometrical and empirical relations between different concepts of phenotypic stability. *Quantitative genetics and breeding methods INRA, Versailles, France* pp. 307 – 314.

Becker, H.C. (1981): Correlations among some statistical measures of phenotypic stability, *Euphytica* 30: 835 – 840.

Becker, H.C., Leon, J. (1988): Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, 101: 1-23.

Bekrić, V., Radosavljević M. (2008): Savremeni principi upotrebe kukuruza. *PTEP*, 12: 93-96.

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. *Afr. J. Biotechnol.*, 9: 2633-2639.

Bernardo, R. (2002): Breeding for quantitative traits in plants. Chapter 7: Genotype x environment interaction. Woodbury (MN): Stemma Press. Pp 147-171.

Beyene, Y., Mugo, S., Mutinda, C., Tefera, T., Karaya, H., Ajanga, S., Shuma, J., Tende, R., Kega V. (2011): Genotype by environment interactions and yield stability of stem borer resistant maize hybrids in Kenya. *African Journal of Biotechnology* 10(23): 4752-4758.

Boakyewaa, A.G. (2012): Genotype by environment interaction and grain yield stability of extra early maize (*Zea mays* L.) hybrids evaluated at three locations in Ghana. Ph.D Thesis. 154-174.

Boćanski, J., Srećkov, Z., Nastasić, A. (2009): Genetic and phenotypic relationships between grain yield and components of grain yield of maize (*Zea mays* L.). *Genetika*, 41(2): 145-154.

Boćanski, J., Starčević, Lj., Petrović, Z., Latković, D. (2000): Stabilnost agronomskih svojstava NS hibrida kukuruza, *Zbornik radova, Sveska* 33.

Borojević, S. (1963): Način nasleđivanja i heritabilnost kvantitativnih svojstava u ukrštanjima raznih sorti pšenice. *Savrem. poljopr.* 7-8: 587-606.

Borojević, S. (1981): Principi i metodi oplemenjivanja bilja, izd. Naučna knjiga, Beograd.

Bose, L.K., Jambhulkan, N.N., Pande, K., Singh, O.N. (2014): Use of AMMI and other stability statistics in the simultaneous selection of rice genotypes for yield and stability under direct -seeded conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research* , 74 (1):1-9.

Branković Radojčić, D. (2016): Interakcija genotip x sredina i stabilnost prinosa i komponenta prinosa zrna komercijalnih hibrida kukuruza. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.

Bredenkamp, J. (1974): Nonparametrische Prüfung von Wechselwirkungen. *Psychologische Beiträge.* 16: 398 – 416.

Brown J., Caligari, P., Campos, H. (2014): Plant Breeding. 2nd Edition of Introduction to Plant Breeding – revised and updated, Blackwell Publishing.

Burow, M.D., Coors, J.G. (1994): Diallel. A Microcomputer program for the simulation and analysis of diallel crosses. *Agron. J.*, 86, 154-58.

Butron, A., Velasco, P., Orda´s, A., Malvar, R. (2004): Yield evaluation of maize cultivars across environments with different levels of pink stem borer infestation. *Crop Sci.*, 44: 741-747.

Calderini, D., Slafer, G. (1998): Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th century. *Field Crops Research* 57, 335–347.

Ceccarelli, S. (1989): Wide adaptation: How wide. *Euphytica*, 40: 197-205.

Ceccarelli, S. (1996): Adaptation to low or high input cultivation. *Euphytica*, 92: 203-214.

Cochram, W.G., Cox, G.M. (1957): Experimental designs. John Wiley & sons, Inc. Canada.

Cornelius, P.L., Seyedsadr, M.S., Crossa, J. (1992): Using the shifted multiplicative model to search for "separability" in crop cultivar trials. *Theoretical Applied Genetics*, 84: 161–172.

Corke, H., Kannenberg, L.W. (1998): Selection for vegetative phase and actual filling period duration in short season maize. *Crop Sci.* 29:607-612.

Costa Andrade, J.A., Miranda Filho, J.B. (2008): Quantitative variation in the tropical maize population, ESALQ-PB1. *Sci. Agric.* Vol. 65, No. 2: 174-182.

Covarrubias-Prieto, J., Hallauer, A.R., Lamkey, K.R. (1989): Intermating F2 populations of maize. *Genetika*21(2), 111.

Crossa, J. (1990): Statistical analyses of multi-location trials. *Adv. Agron.*, 44: 55-85

Crossa, J., Gardner, C.O. (1987): Introgression of an exotic germplasm for improving an adapted maize population. *Crop Sci.*, 27, 187.

Crossa, J., Yang, R., Cornelius, P. (2004): Studying Crossover Genotype x Environment Interaction Using Linear-Bilinear Models and Mixed Models. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, Vol. 9, No 3, 362–380.

Čamdžija, Z., Mladenović, S., Drinić, Filipović, M., Stevanović, M., Pavlov, J., Božinović, S. (2011): Genetic variability among maize hybrids for yield and yield components. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Opatia, Croatia. *Proceedings*, pp 388-390.

Čamdžija, J., Vančetović, Babić, M. (2012): Prinos i komponente prinosa komercijalnih ZP hibrida kukuruza različitih grupa zrelosti. *Selekcija i semenarstvo*, 18(1): 41-48.

Čvarković, R. (2008): Procena stabilnosti prinosa i komponenti prinosa hibrida kukuruza. *Magistarska teza*.

Čvarković, R., Branković, G., Čalić, I., Delić, N., Živanović, T., Šurlan-Momirović, G. (2009): Stability of yield and yield components in maize hybrids. *Genetika*, 41(2): 215 - 224.

Dabholkar, A.R. (1999): Elements of biometrical genetics. Concept Publishing Company. New Delhi, India.

Deitos, A, E., Arnhold, G., Miranda, V. (2006): Yield and combining ability of maize cultivars under different ecogeographic conditions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 6: 222-227.

De Kroon, J., Van der Laan, P. (1981): Distribution-free test procedures in two-way layouts: A Concept of rank-interaction. *Stat. Neeri*. 35, 189-213.

Delić, N. (1993): Ocena sintetičkih populacija kukuruza (*Zea mays* L.) kao donora poželjnih alela. *Magistarska teza*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.

Delić, N., Babić, M., Anđelković, V., Stanković, G., Saratlić, G. (2004): Primena neparametarske statistike u oceni interakcije genotip x spoljna sredina. Zbornik apstrakata III kongresa genetičara Srbije.

Delić, N., Stanković, G., Konstatinov, K. (2009): Use of non-parametric statistics in estimation of genotypes stability. *Maydica* 54: 155-160.

Denčić, S., Kastori, R., Kobiljski, B., Duggan, B. (2000): Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica* 113:43–52.

De Vita, P., Mastrangelo, A., Matteu, L., Mazzucotelli, E., Virzi, N., Palumbo, M., Lo Storto, M., Rizza, F., Cattivelli, L. (2010): Genetic improvement effects on yield stability in durum wheat genotypes grown in Italy. *Field Crops Research* 119, 68–77.

Dhillon, B., Gurrath, P.A., Zimmer, E., Wermke, M., Pollmer, W.G., Klein, D. (1990): Analysis of diallel crosses of maize for variation and covariation in agronomic traits at silage and grain harvests. *Maydica* 35: 297-302.

Dimitrijević, M., Petrović, S. (2000): Adaptabilnost i stabilnost genotipa. *Selekcija i semenarstvo* 7(1-2): 21-28.

Dimitrijević, M., Knežević, D., Petrović, S., Zečević, V., Bošković, J., Belić, M., Pejić, B., Banjac, B. (2011): Stability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, Vol. 43, No. 1, 29 -39.

Dimitrijević, M., Petrović, S., Kraljević-Balalić M., Panković L. (2006): Interakcija genotip/spoljna sredina mase zrna po biljci i indeksa klasa u *Triticum* sp. Zbornik radova naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 42, 227-236.

Dodig, D. (2010): Wheat Breeding for Drought Resistance. Monografija, Društvo genetičara Srbije.

Dražić, S. (1999): In: *Žalfija (Salvia officinalis L.)*, IPLB „Dr J. Pančić“, Beograd, Selekcija i semenarstvo, pp43-57.

Dražić, S., Brkić, D. (2001): Variability of chemical properties of sage (*Salvia officinalis* L.). *Rostlina Vyroba*, 47: 225-227.

Drinić, G. (1992): Genetička varijabilnost za prinos zrna i otpornost prema poleganju kod top-cross populacija kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Duarte, J.B., Vencovsky, R. (1999): Interação Genótipos x Ambientes. Uma Introdução à Análise AMMI. ESALQ/USP, Ribeirão Preto.

Duvick, D.N. (1984): Genetic contributions to yield gains of V.S. hybrid maize, 1930 to 1980. In Genetic Contributions of Five Major Crop Plants. Fehr. Ed. CSSA Spec. Publ. 7, CSSA, Madison, WL.

Dwivedi, S., Upadhyaya, H., Subudhi, P., Gehring, C., Bajic, V., Ortiz, R. (2010): Enhancing Abiotic Stress Tolerance in Cereals Through Breeding and Transgenic Interventions. Plant Breeding Reviews, Volume 33, 31-114.

Dokić A., Mihaljev, J. (1995): Uloga genetike u stvaranju visokoprinosnih sorti biljaka u povećanj proizvodnje hrane. Selekcija i semenarstvo 2: 177-189.

Dorđević, J. (1994): Genetička analiza otpornosti prema poleganju kod S1 potomstava sintetičke populacije kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.

Đukić, V., Balešević–Tubić, S., Đorđević, V., Tatić, M., Dozet, G., Jaćimović, G., Petrović, K. (2011): Prinos i semenski kvalitet soje u zavisnosti od uslova godine Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 48: 37-142.

Đurović, D., Mandić, M., Bokan, N., Stevivić, V., Tomić D., Tanasković, S. (2014): Stability Parameters for Grain Yield and its Component Traits in Maize Hybrids of Different FAO Maturity Groups. Journal of Central European Agriculture, 15(4): 199-212.

East, E.M. (1908): Inbreeding in corn. Connecticut Agric. Exp. Stn. Rep. 1907: 419–28.

Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci., 6: 36-40.

Epinat-le Signor, C., Dousse, S., Lorgeou, J., Denis, J.B., Bonhomme, R., Carolo, P., Charcosset, A. (2001): Interpretation of Genotype x Environment Interactions for Early Maize Hybrids over 12 Years. Crop Sci., 41: 663–669.

Falconer, D.S. (1981): An Introduction to Quantitative Genetics, 2nd edn. Longman, New York

Falconer, D.S. (1989): Introduction to Quantitative Genetics, Longman, London, U.K., pp. 129-140.

- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. (1996):** Introduction to Quantitative Genetics, Ed 4. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.
- Ferraudo, G., Perecin, D. (2014):** Mixed Model, AMMI and Eberhart-Russel Comparison via Simulation on Genotype \times Environment Interaction Study in Sugarcane. Applied Mathematics, 5, 2107-2119.
- Filipović, M., Jovanović, Ž., Tolimir, M. (2015):** Pravci selekcije novih ZP hibrida. XX Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. (1963):** The analysis of adaptation in a plant breeding program. Aust. J. Agric. Res., 14: 742-754.
- Fisher, H.E. (1978):** Heterosis. Beitrag ed. H. Stube, VEB Gustov Fisher Verlag, Jena, Germany.
- Fisher, R.A. (1918):** The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Trans. R. Soc. Edin. 52 , 399–433.
- Fleishmann, R. (1974):** Kukorica. *Zea mays* L. (Maize. *Zea mays* L.) in Villax Ö.: Novenyneimesites II (Plant breeding II) Mosonmagy.
- Flores, F., Moreno, M., Cubero, J. (1998):** A comparison of univariate and multivariate methods to analyze G \times E interaction. Field Crops Research, 56, 271–286.
- Fountain M.O., Hallauer, A.R. (1996):** Genetic variation within Maize Breeding Populations. Crop Sci., 35, 26.
- Franc, C.H. (1990):** Selection and breeding fundamentals of medical plant quality, La Plantes Medicinales et aromatiques, Mediplant, pp. 11-35.
- Freeman, G.H., Perkins, J.M. (1971):** Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII Relation between genotypes grown at different environments and measures of these environments. Heredity, 27: 15-23.
- Freeman, G.H. (1973):** Statistical methods for the analysis of genotype – environmental interactions. Heredity 31: 339 – 354.
- Gabriel, K.R. (1971):** The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biomet 58: 453-467.

- Gardner, C.O., Eberhart, S.A. (1966):** Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22 (3): 430-443.
- Gauch, H.G.Jr. (1992):** Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier science publishers B. V., Amsterdam, Netherlands.
- Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1996):** AMMI analysis of yield trials. In: Kang MS, Gouch HG (eds.), *Genotype by environment interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 85-122.
- GenStat (2009):** GenStat for Windows (12th Edition) Introduction. VSN International, Hemel Hempstead.
- Giauffret, C., Lothrop, J., Dorvillez, D., Gouesnard, B., Derieux, M. (2000):** Genotype x environment interactions in maize hybrids from temperate or highland tropical origin. *Crop Sci.*, 40: 1004-1012.
- Greder, R.R., Dudley, J.W. (1985):** Incorporation of favorable alleles governing quantitative traits. *Proc. Twenty-first Annu. III Corn Breeding School*. Univ. of Illinois, Urbana.
- Gregory, P., George, T. (2011):** Feeding nine billion: the challenge to sustainable crop production. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 62,15,5233-5239.
- Griffing, B. (1956a):** Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. Journ. Biol. Sci.* 9: 463-493.
- Griffing, B. (1956b):** A generalised treatment of the use diallel crosses in qualitative inheritance. *Heredity* 10: 31-50.
- Gutman, A.S., Mittal, R.K., Bihandari J.C. (1999):** Correlation and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.) *Ann. Agri. Res.*, 4: 169-171.
- Hadživuković, S. (1973):** Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet - Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela.
- Hagos, H., Abay, F. (2013):** AMMI and GGE biplot analysis of bread wheat genotypes in the northern part of Ethiopia. *Journal of Plant Breeding and Genetics*, 01, 12-18.
- Haldane, J.B.S. (1946):** The interaction of nature and nurture. *Ann. Eugenics* 13: 197 – 205.
- Hallauer, A.R. (1988):** *Corn Breeding, Corn and Corn Improvement*, Third Edition, Edited by G.F.Sprague and J.W.Dudley, p. 463 – 564.

- Hallauer, A.R., (1989):** Fifty years of recurrent selection in corn 25th Silver Anniversary Illinois Corn Breeders School, 39.
- Hallauer, A.R., Carena, M.J., Filho, M. (2010):** Quantitative genetics in maize breeding. 3rd ed. 500 p. Spring, New York, USA.
- Hallauer A.R., Miranda, J. B. (1988):** Quantitative genetics in maize breeding. 2nd ed. Iowa State University Press. Ames.
- Han Geng, C., Hallauer, A.R. (1989):** Estimates of genetic variability in F2 maize populations. Jour. Iowa Acad. Sci., 96, (1), 14.
- Hansan, W.D. (1963):** Heritability. Statis. Gen. and Pl. breed. Nat. Acad. of Sci. Publ.
- Hanson, C.H., Robinson, H.F., Comstock, R.E. (1956):** Biometrical studies of yield in segregated population of Korean lespedeza. Agron. J. 48: 268-272.
- Hartley, H.O. (1955):** Some recent developments in analysis of variance. Comm. Pure Appl. Math., 8, 47.
- Hastorf, C.A. (2009):** Rio Balsas most likely region for maize domestication. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 106: 4957-4958.
- Hayman, B.I. (1954a):** The analysis of variance of diallel tables. Biometrics 10 (2): 235-244.
- Hayman, B.I. (1954b):** The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 39, 789-809.
- 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.
- Hildebrand, H. (1980):** Asymptotisch verteilungsfreie Rangtests in linearen Modellen. Med. Inform. Stat. 17: 344 – 349.
- Holthaus, J.F., Lamkey, K.R. (1995):** Population Means and Genetic Variation in Selected and Unselected Iowa Stiff Stalk Synthetic Maize Populations. Crop Sci., 35, 1581.
- Hongyu, K., Garcia-Pena, M., de Araujo, L., dos Santos Dias, C. (2014):** Statistical analysis of yield trials by AMMI analysis of genotype×environment interaction. Biometrical Letters, Vol. 51, No. 2, 89-102.

- Hristov, N., Mladenov, N., Kondić-Špika, A. (2011):** Effect of environmental and genetic factors on the correlation and stability of grain yield components in wheat. *Genetika*, Vol. 43, No. 1, 141-152.
- Husić I. (1988):** Nasleđivanje komponenti prinosa i genetička dobit od selekcije na bazi S1 i HS potomstava kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Novi sad.
- Husić, I., Kojić, L., Ivanović, M., Stojnić, O. (1993):** Genetic gain from selection based on S1 and HS progenies in two early maturity synthetic populations of maize. *Genetika*, 25, 109.
- Hühn, M. (1979):** Beiträge zur Erfassung der phänotypischen Stabilität. I. Vorschlag einiger auf Ranginformationen beruhenden Stabilitätsparameter. *EDV in Medizin und Biologie* 10: 112 – 117.
- Hühn, M. (1981):** Verschiedene Konzepte zur Erfassung der Sortenstabilität bei Raps. Schriftenreihe Agrarwiss. Fak., Univ. Kiel: Vorträge zur Hochschultagung 62: 69 – 90.
- Hühn, M. (1990):** Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica* 47: 189 – 194.
- Hühn M. (1996):** Nonparametric analysis of genotype x environment interaction by ranks. Genotype by environment interaction. M.S. Kang, H.G. Gauch Jr. (Eds.). CRC Press, Boca Raton.
- Hühn M., Léon, J. (1995):** Nonparametric analysis of cultivar performance trials: Experimental results and comparison of different procedures based on ranks. *Agron. J.* 87: 627-632.
- Hühn, M., Léon, J. (1985):** Genotype x Environment Interactions and Phenotypic Stability of *Brassica napus*. *Z. Pflanzenzüchtg.* 95, 135 – 146.
- Hühn, M., Lotito, S., Piepho, H.P. (1993):** Relationships between genotype x environment interaction and rank orders for a set of genotypes tested in different environments. *Theor Appl Genet* 86: 943 – 950.
- Hühn, M., Piepho, H.P. (1994):** Relationships Between Kendall's Coefficient of Concordance and a Nonparametric Measure of Phenotypic Stability with Implications for the Consistency in Rankings as Affected by Variance Components. *Biometrical Journal*, 36(6): 719–727.
- Hühn, M., Nassar, R. (1989):** On tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics* 45: 997 – 1000.

Hühn, M., Nassar, R. (1991): Phenotypic stability of genotypes over environments: On tests of significance for two nonparametric measures. *Biometrics* 47: 1196 – 1197.

Hühn, M., Piepho, H.P. (1994): Relationships between Kendall's coefficient of concordance and a nonparametric measure of phenotypic stability with implication for the consistency in rankings as affected by variance. *Biometrical Journal* 36: 719 – 727.

Ilker, E., Aykut, F., fer Tosun, T.M., Altinbas, M. Kuçukakça, M. (2009): Inheritance and combining ability in some powdery mildew resistant wheat lines. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 9: 124-131.

Ivanović, M. (1986): Značaj egzotične germplazme u oplemenjivanju kukuruza. *Genetika i oplemenjivanje kukuruza*, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Zemun-Beograd.

Ivanović, M, Nastasić, A., Stojaković, M., Jocković, Đ. (2007): Rejonizacija hibrida kukuruza. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 43: 89-94.

Jackson, P., Robertson, M., Cooper, M., Hammer G.L. (1998): The role of physiological understanding in Plant Breeding: From a breeding perspective. *Field Crops Research*, 49: 11-37.

Jinks, J.L. (1954): The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*, 39, 767-788.

Jinks, J.L., Jones R.M. (1958): Estimation of the components of heterosis. *Genetics*, 43, 223-234.

Jocković, Đ., Bekavac, G., Purar, B., Nastasić, A., Stojaković, M., Ivanović, M., Latković D., Bočanski, J. (2008): Oplemenjivanje kukuruza u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo.

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. *Zbornik referata 45. Savetovanja agronoma Srbije*, str. 87-102. Zlatibor, 30.01-05. 02. 2011.

Johnson, B. (1989): The probability of selecting genetically superior S2 lines from a maize population. *Maydica*, 34, 5.

Johnson, R., Bhattacharyya, G. (2010): *Statistics - Principles and Methods*. 6th edition, John Wiley & Sons.

- Jones, R.M. (1965):** Analysis of variance on the half diallel table. *Heredity*, 20, 117-121.
- Kanagarasu, S., Nallathambi, G., Ganesan, K.N. (2010):** Combining ability analysis for yield and its component traits in maize (*Zea mays* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(4): 915-920. Konstantinov i sar., 2004
- Kandus, M., Almorza, D., Boggio Ronceros, R., Salerno, J.C. (2010):** Statistical models for evaluating the genotype-environment interaction in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Experimental Botany*, 79:39-46
- Kang, M.S. (1990):** Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in plant breeding. In: Kang, M.S. (ed.) *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*. Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, la., pp 52 – 668.
- Kang M.S. (1996):** Using genotype by environment interaction for crop cultivar development. *Advances in Agronomy* 62: 199-252.
- Kang M.S., Gorman, D.D. (1989):** Genotype x Environment Interaction in Maize. *Agron. J.* 81: 662-664.
- Kang, M.S., Pham, H.N. (1991):** Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agron. Journal* 83: 161 – 165.
- Kang, M.S., Priyadarshan, P. (2007):** *Breeding Major Food Staples*. Blackwell Publishing, 1-437.
- Kaya, Y., Ozer, E. (2014):** Parametric stability analyses of multi-environment yield trials in triticale (*Triticosecale* Wittmack). *Genetika*, 46(3): 705- 718.
- Kaya, Y., Taner, S. (2003):** Estimating genotypic ranks by nonparametric stability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Central European Agriculture* ISSN 1332 – 9049.
- Kaya, Y., Taner, S., Ceri, S. (2003):** Nonparametric stability analysis of yield performances in oat (*Avena sativa* L.) genotypes across environments. *Asian j. of. Plant Sci.* 2(3): 286 – 289.
- Kempthorne, O. (1956):** The theory of the diallel cross. *Genetics*, 41: 451-459.
- Khakim, A., Stoyanova, S., Tsankova, G. (1998):** Establishing the correlation between yield and some morphological, reproductive and biochemical characteristics on maize. *Rasteniev Nauki*, 35: 419-422.L

- Khatun, F., Begum, S., Motin, A., Yasmin, S., Islam, M.R. (1999):** Correlations coefficient and path analysis of some maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Bangladesh J. Bot.*, 28: 9-15.
- Kleinschmit, J. (1983):** Concepts and experiences in clonal plantations of conifers. Proc. 19th Meeting Can tree Impr Assoc Part 2: Symp on Clonal Forestry: Its impact on tree improvement and our future forests. Toronto (Ontario) 1983.; Zsuffa, Rauter and Yeatman (eds.) pp 26 – 56.
- Kovačević, V., Šimić, D., Šoštarić, J., Josipović, M. (2007):** Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in eastern Croatia. *Maydica* 52: 301-305.
- Knapp, S.J., Bridges, W.C.Jr. (1987):** Confidence interval estimators for heritability for several mating and experiment designs. *Theor. Appl. Genet.*, 73, 759.
- Knapp, S.J., Stroup, W.W., Ross, W.M. (1985):** Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Sci.*, 25, 192.
- Knezović, Z. (2001):** Primjena neparametrijskih metoda u analizi interakcije genotip x okolina (magistarski rad)
- Knezović, Z. (2004):** Odnos parametrijskih i neparametrijskih metoda u analizi interakcije genotip x okolina (disertacija)
- Knezović, Z., Gunjača, J. (2002):** Neparametrijska mjerila stabilnosti prinosa nekih sorata ozime pšenice. *Agriculturae conspectus scientificus* 67: 143 – 148.
- Knight, R. (1970):** The measurement and interpretation of genotype-environment interaction, *Euphytica* 19: 225 – 235.
- Kraljević-Balalić, M. (1974):** Nasljeđivanje veličine lisne površine i sadržaja hlorofila kod vulgare pšenice. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Krizmanić, G., Čupić, T., Šimić, B., Brkić, J., Jurković, V., Jukić, G., Marković, M. (2014):** Utjecaj klimatskih uvjeta na stabilnost prinosa kukuruza. 49. hrvatski 9. Međunarodni simpozij agronoma - Dubrovnik, Hrvatska. *Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo*, pp 249-253.
- Kubinger, K.D. (1986):** A note on nonparametric test for the interaction in two-way-layouts. *Biometrical Journal* 28: 67 – 72.

- Lakić, Ž., Balalić, I., Vojin, S. (2015):** Interpretation of genotype x environment interaction in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Genetika*, 47(2): 509-522.
- Lamkey, K.R. (1992):** Fifty years of recurrent selection in the Iowa Stiff Stalk Synthetic maize population. *Maydica*, 37, 19.
- Lamkey, K.R., Hallauer A.R. (1984):** Comparison of maize populations improved by recurrent selection. *Maydica* 29: 357-374.
- Lamkey, K.R., Hallauer, A.R. (1987):** Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. *Maydica*, 32, 61.
- Lamkey K.R., Schnicker, B.J., Melchinger, A.E. (1995):** Epistasis in an Elite Maize Hybrid and choice of Generation for Inbred Line Development. *Crop Sci.*, 35, 1272-1287.
- Landi, P., Frascaroli, E. (1990):** Effects of intermating on the genetic variability of F2 maize populations. *Agr. Med.*, 120, 25.
- Lee, M. (2006):** The Phenotypic and Genotypic Eras of Plant Breeding. Chapter 15, *Plant Breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium*, Blackwell Publishing Ltd, 213-218.
- Lee, E.A., Doerksen, T.K., Kannenberg, L.W. (2003):** An empirical method of grouping genotypes based on a linear function of the genotype-environment interaction. *Heredity* 34:255-263.
- Leng, E.R. (1954):** Effect of heterosis on the major component of grain yield in corn. *Agr. J.* 46: 502-506.
- Léon, J. (1986):** Methods of simultaneous estimation of yield and yield stability. In: 'Biometrics in plant breeding', Birmingham, UK: 299 – 308.
- Letta, T., D'Egidio, M., Abinasa, M. (2008):** Analysis of multi-environment yield trials in durum wheat based on GGE-biplot. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.6 (2), 217-221.
- Lin, C.S., Binns, M.R., Lefkovich, L.P. (1986):** Stability analysis: Where do we stand?. *Crop Sci.* 26: 894 – 900.
- Lin, C.S., Thompson, B. (1975):** An empirical method of grouping genotypes based on a linear function of the genotype-environment interaction. *Heredity*, 34: 255-263

- Lonquist, J.H., Gardner, C.O. (1961):** Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop. Sci.* 1: 179-183.
- Lotze-Campen, H. (2011):** Regional Climate Impacts on Agriculture in Europe: An Overview. In: *Crop Adaptation to Climate Change*, Editor Yadav S., Wiley-Blackwell, 78-83.
- Lu, H.S. (1995):** PC SAS Program for estimating Hühn's nonparametric stability statistics. *Agronomy Journal*, 87: 888 – 891.
- Lush, J.L. (1945):** *Animal Breeding Plans*, Ed. 3. Iowa State University Press, Ames, IA.M
- Magari, R., Kang, M.S. (1993):** Genotype selection via a new yield - stability statistics in maize yield trials. *Euphytica* 70: 105 - 111.
- Malik, H.N., Malik, S.I., Hussain M., Chughtai, S.U.R., Javad, H.I. (2005):** Genetic correlation among various quantitative characters in maize (*Zea mays* L.) hybrids. *J. Agric. Soc. Sci.*, 1: 262-265.
- Malosetti, M., Ribaut, J.M., Van Eeuwijk, F.A. (2013):** The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Frontiers in Physiology*, 4: 1-17.
- Malthus, T. (1798):** *An Essay on the Principle of Population*. Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard, London, 1-126.
- Mather, K., Jinks, J.L. (1971):** *Biometrical Genetics*. 2nd edition. Chapman and Hall, London, 249-271.
- McKee, G.W., McGahen, J.H., Peiffer, R.A., Allen, J.R. (1974):** Interrelationship of maturity. Leaf area index, time of black layer formation, heat units and yield of 120 corn hybrids. *Agron. Abstr.*, 87.
- Mišević, D. (1982):** Genetička varijabilnost i selekциони indexi za prinos zrna, sadržaj ulja i proteina i težinu zrna u sintetičkim populacijama kukuruza. *Arhiv za polj. nauke*, 149, 71.
- Mišević, D. (1986):** Početni materijal preduslov za kontinuirani progres u selekciji kukuruza. *Genetika i oplemenjivanje kukuruza*, Beograd 11. i 12. 12. 1986., pp. 137.
- Mitrović, B. (2013):** Genetička varijabilnost i multivarijaciona analiza važnijih agronomskih osobina populacije kukuruza uske genetičke osnove. Doktorska disertacija.

- Mitrović, B., Stanisavljević, D., Treskić, S., Stojaković, M., Bekavac, G., Nastasić, A., Ivanović, M. (2011):** GGE biplot analiza multilokacijskih ogleda NS hibrida kukuruza. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48(1): 77-82.
- Mitrović, B., Stanisavljević, D., Treskić, S., Stojaković, M., Ivanović, M., Bekavac, G., Rajković, M. (2012):** Evaluation of experimental maize hybrids tested in multi-location trials using AMMI and GGE biplot analyses, *Turkish Journal of Field Crops*, 17 (1): 35-40.
- 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.
- Mohammadi, R., Amri, A. (2008):** Comparison of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. *Euphytica*, 159, 419–432.
- Mohammadi, S.A., Prasanna, B.M., Singh, N.N. (2003):** Sequential path for determining interrelationships among grain yield and related characters in Maize. *Crop Sci.*, 43: 1690-1697.
- Moll, R.H., Salhuana, W.S., Robinson, H.F. (1962):** Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2:197–198.
- Moll, R.H., Longquist, J.H., Fortuna, J.V., Johnson, E.C. (1965):** The relation of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics* 52:139-144.
- Nassar, R., Hühn, M. (1987):** Studies on estimation of phenotypic stability: Test of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*, 43: 45-53.
- Nawar, A.A. (1986):** Genetic Variance in a synthetic variety of maize (*Zea mays* L.). *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 15, (1), 1.
- 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.
- Niringiye, C.S., Ssemakula, G.N., Namakula, J., Kigozi, C.B., Alajo, A., Mpembe, R., Mwangi R. (2014):** Evaluation Of Promising Orange Fleshed Sweetpotato Genotypes In Different Agroecological Zones Of Uganda. *Intl J Agri Crop Sci* . Vol., 7 (15), 1537- 1546.

- Nzuve, F., Githiri, S., Mukunya, D.M., Gethi, J. (2013):** Analysis of Genotype x Environment Interaction for Grain Yield in Maize Hybrids. *Journal of Agricultural Science*, 5(11): 75-85
- Obilana A.T., Hallauer, A.R. (1974):** Estimation of variability of quantitative traits in BSSS by using unselected maize inbred lines. *Crop Sci.*, 14: 99-103.
- 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.
- Orlyan, N.A., Zubko, D.G., Goleva, G.G. (1999):** Correlation analysis in breeding ultra early maturing maize hybrids. *Kukuruzna i Sorgo*, 6: 9-12.
- Pajić, Z. (1984):** Genetička vrednost inbridovanih linija kukuruza (*Zea mays* L.) na osnovu dialelnog ukrštanja raznih generacija (I1-In). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Pandey, S., Diallo, A.O., Islam, T.M.T., Deutsch, J. (1986):** Progress from selection in eight tropical maize populations using international testing. *Crop Sci.*, 26, 879.
- Pavlov, J.N. Delić, K., Marković, M., Crevar, Z., Čamdžija, J., Stevanović, M. (2015):** Path (1): 295-301. analysis for morphological traits in maize (*Zea mays* l.). *Genetika*
- 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.
- Pekić, V. (2001):** Nasleđivanje komponenti prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.) belog endosperma. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Petrović, S., Dimitrijević, M., Belić, M., Banjac, B., Vukosavljević, M. (2009):** Spike stability parameters in wheat grown on solonetz soil. *Genetika*, 41, 2: 199-205.
- Pham, H.N., Kang, M.S. (1988):** Interrelationships among and Repeatability of Several Stability Statistics Estimated from International Maize Trials. *Crop. Sci.* 26: 132 – 135.

Piepho, H.P. (1992): Vergleichende Untersuchungen der statistischen Eigenschaften verschiedener Stabilitätsmasse mit Anwendungen auf Hafer, Winterraps, Ackerbohnen sowie Futter – und Zuckerrüben. Dissertation Universität Kiel.

Piepho, H.P. (1999): Stability analysis using the SAS system. *Agron. Journal* 91: 154 – 160.

Piepho, H.P., Lotito, S. (1992): Rank correlation among parametric and nonparametric measures of phenotypic stability, *Euphytica* 64: 221 – 225.

Piepho, H.P., van Eeuwijk, F.A. (2002): Stability analysis in crop performance evaluation. Pages 315–351 in M. Kang, ed. *Crop improvement: challenges in the twenty-first century*. Haworth Press, New York.

Piperno D. R., Ranere, A.J. Holst, I. Jiriarte, Dickau, R. (2009): Starch grain and phytholith evidence for early ninth millennium B. P. Maize from the Central Balsas River Valley. Mexico. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106: 5019-5024.

Prado, E.E., Hiromoto, D.M., Godinho, V.P.C., Utumi, M.M., Ramalho, A.R. (2001): Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36(4): 625-635.

Prasanna, B., Araus, J., Crossa, J., Cairns, J., Palacios, N., Das, B. (2013): High-throughput and precision phenotyping for cereal breeding programs. In: *Cereal Genomics II*, Chapter 13, Springer, 341-374.

Prodanović S., Sabljarević, V., Šurlan Momirović, G., Zorić, D., Petrović, D., Živanović, T. (1996): Genetic values of yield components and protein content in F1 generation of maize (*Zea mays* L. hybrids. EUCARPIA, 17th Conference on genetics, biotechnology and breeding of maize and sorghum. Thessaloniki, Greece, 20-25.10. 1996. Abstract, pp 126.

Rafiq, Ch.M., Rafique, M., Hussain, A., Altaf, M. (2010): Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays*). *Journal of Agricultural Res.* 48(1): 35-38.

Rajaram, S. (2001): Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century. *Euphytica*, 119, 3–15.

Ramadoss, M., Birch, C.J., Carberry, P.S., Robertson, M. (2004): Water and high temperature stress effects on maize production. *Proceedings of the 4th International Crop.*

Rohlf, F.J. (2000): NTSYS - pc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.1. Applied Biostatistics, Inc. Microsoft Corp.

Romagosa, I., Fox, P.N. (1993): Genotype x environment interaction and adaptation. U: Plant Breeding: Principles and prospects: 373 – 390 (ured. M.D.Hayward; N.O.Bosemark and I.Romagosa), Chapman & Hall, London.

Romagosa, I., van Eeuwijk, F., Thomas, W. (2009): Statistical Analyses of Genotype by Environment Data. Cereals, Handbook of plant breeding, Vol. 3, Springer, 291-331.

Rose, L.W., Das, M.K., Taliaferro, C.M. (2007): A comparison of dry matter yield stability assessment methods for small numbers of genotypes of bermudagrass. Euphytica 158.

Russel 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, W.

Samonte, S.C., Wilson, L.T., McClung, A.M., Medley, J.C. (2005): Targeting cultivars onto rize growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. Crop Sci., 45: 2414-2424.

Sabaghnia, N., Dehghani, H., Sabaghpour, S.H. (2006): Nonparametric methods for interpreting genotype x environment interaction of Lentil genotypes. Crop Sci. 46: 1100 – 1106.

Sabaghnia, N., Mohammadi, M., Karimzadeh, R. (2013): Interpreting genotype x environment interaction of beard wheat genotypes using different nonparametric stability statistics. Agriculture&Forestry, 59(2): 21-35.

Sabaghnia, N., Mohammadi, M., Karimizadeh, R. (2013): Parameters of AMMI Model for Yield Stability Analysis in Durum Wheat. Agriculturae Conspectus Scientificus. 78(2): 119-124.

Schnicker, B.J., Lamkey, K.R. (1995): A comparison of F2 and backcross populations as sources of maize inbreds. Crop Sci. 35: 1374-1383

Segherloo, A.E., Sabaghpour, S.H., Dehghani, H., Kamrani, M. (2006): Non-parametric measures of phenotypic stability in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). Euphytica 162: 221 – 229.

Sečanski, M. (1999): Kombinacione sposobnosti inbridovanih linija za prinos suve materije i zrna hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Zemun.

- Sečanski, M., Živanović, T., Todorović G., Šurlan-Momirović, G. (2004):** Components of genetic variability and heritability of grain yield of silage maize. *Genetika*, Vol. 36/2: 121-131.
- Sečanski, M., Živanović, T., Vasiljević, S. (2007):** Nasleđivanje osobina hibrida silažnog kukuruza. *Zbornik radova instituta za ratarstvo i povrtarstvo, N. Sad*, vol. 44 br. 1, 193-207.
- Seegerloo, A.E., Sabghpour, S.H., Dehghani, H., Kamrani, M. (2008):** Non-parametric measures of phenotypic stability in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica*, 162: 221-229.
- Shull, G.H. (1909):** A pure - line method in corn breeding. *Am.Breeders' Assoc.* Jinks J.L. and Jones R.M. (1958). Estimation of Components of Heterosis. *Genetics* 43, 223-234.
- Shull, G.H. (1908):** The composition of a field of maize. *Report of American breeders association* 4: 296-301.
- Simmonds, N.W. (1962):** Variability in crop plants, its use and conservation. *Biol. Rev.*, 37: 422-465.
- Singh, K.B., Gupta V.P. (1969):** Combining ability in wheat. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 29: 227-232.
- Singh, R.K., Choudhary, B.D. (1976):** *Biometrical Techniques in Genetics and Breeding.* International Bioscience Publishers. Hisar, India.
- Smith, P., Gregory, P., van Vuuren, D., Obersteiner, M., Havlík, P., Rounsevell, M., Woods, J., Stehfest, E., Bellarby, J. (2010):** Competition for land. *Philosophical Transactions of Royal Society*, 365, 2941–2957.
- Solomon, K., Smit, H.A., Malan, E., Du Toit, W.J. (2007):** Comparison Study Using Rank Based Nonparametric Stability Statistics of Durum Wheat. *World J. Agric. Sci.*, 3(4): 444-450.
- Sousa, L.B., Hamawaki, O.T., Nogueira, A.P., Batista, R.O., Oliveira, V.M, Hamawaki, R.L. (2015):** Evaluation of soybean lines and environmental stratification using the AMMI, GGE biplot, and factor analysis methods. *Genet. Mol. Res.*, 14(4): 12660- 12674.
- Souza, A.R.R., Miranda, G.V. Pereira, M.G., Souza, L.V. (2009):** Predicting the genetic grain in the Brazilian white maize landrace. *Ciência Rural* 39: 19-24.

- Souza, L.V., Miranda, G.V., Galvão, J.C.C., Eckert, F.R., Mantovani, E.E., Lima, R.O., Guimarães, L.J. (2008):** Genetic control of grain yield and nitrogen use efficiency in tropical maize. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43(11): 1517-1523
- Sprague, G.F., Tatum, L.A. (1942):** General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, 34, 923-932
- Srećkov, Z., Nastasić, A., Boćanski, J., Đalović, I., Vukosavljević, M., Jocković, B. (2011):** Correlation and path analysis of grain yield and morphological traits in test cross populations of maize. *Pak. J. Bot.*, 43(3): 1729-1731.
- Stevanović, B., Janković, M. (2001):** Ekologija biljaka sa osnovama fiziološke ekologije biljaka, NNK, Beograd.
- 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. Opatija, Croatia*, pp: 327–330.
- Stoeva, T., Bosseva, Y. (1998):** Breeding of sage in Bulgaria. *Lekovite sirivine*, 18: 179-184.
- Stojnić O. (1995):** Genetičke i fenotipske korelacije između prinosa i komponenti prinosa kod BSSS populacija kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Strucker, D.S., Hallauer, A.R. (1992):** Genetic Variability as affected by selection in Iowa Stiff Stalk Synthetic maize. *J. of Heredity*, 83. 410.
- Thomson, N.J., Cunningham, R.B. (1979):** Genotype x environment interactions and evaluation of cotton cultivars. *Austr.J.Agric.Res.* 30, 105 – 112.
- Todorović, G. (1995):** Genetički efekti heterozisa dialelnih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) F1 generacije. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Trethowan, R. (2014):** Defining a Genetic Ideotype for Crop Improvement. In: *Crop Breeding: Methods and Protocols*, Chapter 1, 1-20.
- Trifunović, V. (1986):** Četrdeset godina moderne selekcije kukuruza u Jugoslaviji. U: *Genetika i oplemenjivanje kukuruza. Zbornik radova naučnog skupa*, 11-12 decembar, Beograd Zemun, 5-46.

- Trifunović, B.V. (1994):** Naslednost višekliposti i genetička dobit od fenotipske rekurentne selekcije u ZPSynP1 populaciji kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Biološki Fakultet.
- Troyer, A.F. (2006):** Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop Sci.* 46:529–543.
- Troyer, A.F., Larkins, J.R. (1985):** Selection of early flowering in corn: 10 late synthetics. *Crop sci.*, 25: 695-697.
- Truberg. B., Hühn, M. (2000):** Contributions to the Analysis of Genotype x Environment Interactions: Comparison of Different Parametric and Nonparametric Tests for Interactions with Emphasis on Crossover Interactions. *Journal of Agronomy & Crop Science* 185: 267-274.
- Tucić, N., Tucić, B. (2000):** Prirodna selekcija i adaptacije. NNK, Beograd.
- 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.
- Utz, H.F. (1972):** Die Zerlegung der Genotyp x Umwelt Interaktion. *EDV in Medizin und Biologie* 3: 52 – 59.
- Vančetović, J. (1992):** Kombinaciona sposobnost za prinose i komponente prinosa domaćih i sintetičkih populacija kukuruza (*Zea mays* L.). Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Vančetović, J. (1994):** Genetička varijabilnost kvantitativnih svojstava kod kompozita kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Van Eeuwijk, F. (2006):** Genotype by Environment Interaction-Basics and Beyond. Chapter 11, in: *Plant Breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium*, Blackwell Publishing Ltd, editors Lamkey K., Lee M., 155-170.
- Van Ginkel, M., Calhoun, D., Gebeyehu, G., Miranda, A., Tian-you, C., Pargas, L., Trethowan, R., Sayre, K., Crossa, J., Rajaram, S. (1998):** Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. *Euphytica* 100, 109–121.
- Vattikonda, M.R., Hunter, R.B. (1983):** Comparison of grain yield and whole plant silage production of recommended corn hybrids. *Can. J. Sci.* 63: 601-609.

- Walters, S.P., Russell, W.A., Lamkey, K.R. (1991):** Performance and genetic variance among S1 Lines and testcrosses of Iowa Stiff Stalk Synthetic maize. *Crop Sci.*, 31, 76.
- Williams, R.M., O'Brien, L., Eagles, H.A., Solah, V.A., Jayasena, V. (2008):** The influences of genotype, environment, and genotype x environment interaction on wheat quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59, 95–111.
- Yan, W., Corneluis, P.L., Crossa, J., Hunt, L.A. (2001):** Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. *Crop Sci.*, 41: 656-663.
- Yan, W., Hunt, L.A. (1998):** Genotype by environment interaction and crop yield. *Plant Breeding Reviews* 16: 135 – 178.
- Yan, W., Hunt, L., Sheng, Q., Szlavnic, Z. (2000):** Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot, *Crop Sci.*, 40,597–605.
- Yan W., Kang, M. (2003):** GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press.
- Yan, W., Kang, M., Ma, B., Woods, S., Cornelius, P. (2007):** GGE Biplot vs. AMMI Analysis of Genotype-by-Environment Data. *Crop Sci.*, 47,641–653.
- Yan, W., Tinker, N. (2006):** Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Can. J. Plant Sci.*, 86, 623–645.
- Yates, F., Cochran, W.G. (1938):** The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci.*, 28(4): 556-580.
- You, L.J., Dong, J.P., Gu, Y.Z., Ma, L.L., Zhao, S. (1998):** Target characteristics to develop for improved seed production in maize hybrids. *J. Henan Agrisci.*, 10: 3-4.
- 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
- Zanoni, U., Dudley, J.W. (1989):** Testcross evaluation of F2 populations from maize inbreds selected for unique favorable alleles. *Crop Sci.*, 29, 589.
- Zar, J. (2010):** Biostatistical Analysis. 5th edition, Prentice Hall.
- Zobel, R.W., Wright, M.J., Gauch, H.G. (1998):** Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.*, 80: 388-393.

Zorić, M., Gunjača, J., Šimić, D. (2015): Stabilnost prinosa ozime pšenice u sortnim pokusima. 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia, Proceedings, pp 207–210.

Živanović, T. (1993): Uticaj rekurentne selekcije na kombinacione sposobnosti osobina ZPSinS4 populacije kukuruza. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun.

Živanović, T., Branković, G., Zorić, M., Šurlan-Momirovic, G. Janković, S., Vasiljević, S., Pavlov, J. (2012): Effect of recombination in the maize breeding population with exotic germplasm on the yield stability. *Euphytica*, 185: 407–417.

Živanović, T., Đorđević, R., Dražić S., Sečanski, M., Kostić, M. (2007): Effects of recombinations on variability and heritability of traits in maize populations with exotic germplasm. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 21 (2), 229-234.

Živanović, T., Šurlan Momirović, G. (2001): Uticaj rekombinacija na varijabilnost prinosa i njegovih komponenata sintetičke populacije sa egzotičnom germplazmom. *Arhiv za poljoprivrene nauke*, vol. 62, No 220, 67-75.

Živanović, T., Vračarević, M., Krstanović, S., Šurlan-Momirovića, G. (2004): Selekcija na uniformnost i stabilnost prinosa kukuruza. *Journal of Agricultural Sciences*, vol. 49, br. 1, str. 117-130

BIOGRAFIJA

Dragan (Miodrag) Božović rođen je 02.05.1964. godine u Vrnjačkoj Banji.

Osnovnu i srednju školu (biološki smer) završio je u Peći 1983. godine.

Poljoprivredni fakultet – ratarski smer, upisao je 1983. godine a završio je 1987. godine sa prosečnom ocenom 8,5, diplomski rad odbranio iz semenarstva sa ocenom 9.

Postdiplomske studije na grupi Genetika i oplemenjivanje ratarskih i povrtarskih biljaka upisuje 1989. godine i završava sa prosečnom ocenom 10, 1994. godine.

Magistarsku tezu pod naslovom „Morfološke, fiziološke i produktivne osobine nekih sorti i perspektivnih linija pšenice u severnoj Metohiji“ brani februara 1994. godine sa ocenom 10.

U Institutu za biljnu proizvodnju Peć radi od 14.3.1988. godine na selekciji i oplemenjivanju strnih žita gde stvara sortu pšenice „Metohija“ čiji je autor po rešenju 4/008-063/004 saveznog ministarstva za poljoprivredu od 13.01.1998. godine.

Od 01.09.1990. do 01.09.1995. godine radi kao asistent na Poljoprivrednom fakultetu u Prištini na predmetu Selekcija i Semenarstvo. Autor je i koautor više naučnih radova.

Od 1995. godine do danas vlasnik je firme „Agros“ u Pančevu gde radi kao savetodavac u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji i bavi se prometom pesticida i setvenog materijala. Oženjen je, otac troje dece.

PRILOZI

Prilog 1.

Izjave o autorstvu

Potpisan: Dragan Božović

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije: 1296

Izjavljujem

Da je doktorska disertacija pod naslovom: Stabilnost prinosa i komponenti rodnosti kukuruza u uslovima stresa pod dejstvom sulfonilurea

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

U Beogradu 28.05.02018.

potpis doktoranda

Prilog 2.

Izjave o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije

Ime i prezime autora: Dragan Božović

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije: 1296

Studijski program: Biotehničke nauke oblast Ratarstvo i Povrtarstvo

Naslov doktorske disertacije: Stabilnost prinosa i komponenti rodnosti kukuruza u uslovima stresa pod dejstvom sulfonilurea

Mentor: prof. dr Tomislav Živanović

Potpisan: Dragan Božović

Izjavljujem da je štampana verzija doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane. Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu 28.05.2018.

potpis doktoranda

Prilog 3.

Izjave o korišćenju

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

Stabilnost prinosa i komponenti rodosti kukuruza u uslovima stresa pod dejstvom sulfonilurea,

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

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

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

(Molim da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na kraju).

U Beogradu 28.05.2018.

potpis doktoranda

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

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

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

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

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

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