

**UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET**

Milan Đ. Jocković

**NASLEĐIVANJE KVANTITATIVNIH
OSOBINA KOD DIALELNIH HIBRIDA
SUNCOKRETA**

doktorska disertacija

Beograd, 2014.

**UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE**

Milan Đ. Jocković

**INHERITANCE OF QUANTITATIVE
TRAITS IN DIALLEL HYBRIDS OF
SUNFLOWER**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

MENTOR:

prof. dr Slaven Prodanović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu,
Poljoprivredni fakultet, NO Oplemenjivanje biljaka

ČLANOVI KOMISIJE:

prof. dr Gordana Šurlan-Momirović, redovni profesor, Univerzitet u
Beogradu, Poljoprivredni fakultet, NO Genetika

prof. dr Vladan Pešić, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu,
Poljoprivredni fakultet, NO Genetika

dr Radovan Marinković, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Novi Sad, NO Oplemenjivanje biljaka

dr Siniša Jocić, naučni savetnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi
Sad, NO Oplemenjivanje biljaka

DATUM ODBRANE:

Zahvalnica

Zahvalio bih se prof. dr Slavenu Prodanoviću, dr Radovanu Marinkoviću i dr Siniši Jociću, za nesebično mentorstvo, konstruktivne savete, kritike, uloženo vreme i trud tokom eksperimentalnog rada i izrade disertacije, kao i članovima komisije.

Hvala odeljenju za uljane kulture na čelu sa dr Vladimirom Mikličem na ukazanoj prilici i podršci za sprovođenje disertacije.

Najviše hvala porodici bez koje ne bih ostvario ovaj uspeh.

Ova disertacija je deo projekta istraživanja broj TR-31025 „Razvoj novih sorti i unapređenje tehnologije proizvodnje uljanih biljaka različite namene“, sponzorisan od strane Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije.

NASLEĐIVANJE KVANTITATIVNIH OSOBINA KOD DIALELNIH HIBRIDA SUNCOKRETA

SAŽETAK

Suncokret je jedna od najvažnijih uljanih biljnih vrsta u svetu i u mnogim zemljama primaran izvor jestivog ulja. Osnovni ciljevi u oplemenjivanju suncokreta jesu povećanje prinosa semena i sadržaja ulja u semenu, a preko njih i prinosa ulja po jedinici površine. Za realizaciju navedenog cilja neophodno je posedovanje odgovarajuće genetičke varijabilnosti, kao i informacije o načinu nasleđivanja, heterozisu, heritabilnosti i odnosu prinosa semena sa drugim osobinama biljke. Šest sorti suncokreta ukršteno je dialelnom metodom. Ispitivane su osobine prinosa semena po biljci, masa 1000 semena, sadržaj ulja, visina biljke i prečnik glave. Analizirani su način nasleđivanja, kombinacione sposobnosti, komponente genetičke varijanse sa regresionom analizom, heritabilnost i korelacija između prinosa semena po biljci i ostalih ispitivanih osobina. U nasleđivanju prinosa semena po biljci ispoljile su se superdominacija, dominacija boljeg i lošijeg roditelja, parcijalna dominacija boljeg roditelja i intermedijarnost. Aditivna i neaditivna komponenta bile su od značaja u nasleđivanju prinosa semena po biljci, a dominantni geni su preovlašivali u odnosu na recesivne. Vrednost heritabilnosti ukazala je na velik uticaj spoljašnje sredine u formiranju prinosa semena po biljci. U nasleđivanju mase 1000 semena kao načini nasleđivanja ispoljili su se negativna superdominacija, dominacija boljeg roditelja, parcijalna dominacija lošijeg i boljeg roditelja kao i intermedijarnost. Analize su pokazale da su i aditivna i neaditivna komponenta bile od značaja u nasleđivanju mase 1000 semena. Frekvencija dominantnih gena bila je veća od recesivnih za masu 1000 semena. Utvrđeno je da na formiranje mase 1000 semena velik uticaj imaju faktori spoljašnje sredine. U nasleđivanju sadržaja ulja preovlašivala je superdominacija. Neaditivna komponenta genetičke varijanse imala je značajniju ulogu u nasleđivanju sadržaja ulja, a zastupljenost dominantnih gena bila je veća od recesivnih. Heritabilnost u užem smislu ukazala je da selekcija na visok sadržaj ulja može biti uspešna. Najčešći način nasleđivanja visine biljke bila je superdominacija. Aditivna komponenta imala je

veći značaj u nasleđivanju visine biljke, dok je frekvencija dominantnih gena bila veća od recesivnih. U istraživanju je utvrđen velik uticaj faktora spoljašnje sredine na fenotipsku ekspresiju visine biljke. Kao način nasleđivanja prečnika glave ispoljile su se negativna superdominacija i dominacija lošijeg roditelja. Analize kombinacionih sposobnosti i genetičke varijanse prečnika glave ukazale su na značajniju ulogu neaditivne komponente sa većom zastupljenošću dominantnih u odnosu na recesivne gene. Heritabilnost prečnika glave ukazala je da je zavisno od primenjene metode bio jači ili slabiji uticaj nenaslednih činilaca na ovu osobinu. Genotipski i fenotipski koeficijenti korelacije utvrdili su postojanje pozitivne statističke značajnosti između mase 1000 semena i prinosa semena po biljci u F₁ generaciji, dok je odnos između prečnika glave i prinosa semena po biljci bio statistički visoko značajan u obe ispitivane generacije. U F₂ generaciji prečnik glave je ispoljio statistički visoko značajnu ali negativnu korelaciju na genotipskom nivou sa masom 1000 semena i visinom biljke, dok je korelacija sa sadržajem ulja bila pozitivna. Kao najbolji opšti kombinator istakla se sorta Azovski obzirom na statistički visoko značajne OKS vrednosti prinosa semena po biljci, mase 1000 semena i visine biljke.

Ključne reči: suncokret, kvantitativne osobine, heterozis, kombinacione sposobnosti, regresiona analiza, heritabilnost, korelacije.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Genetika i oplemenjivanje

UDK: 633.854.78:631.527.5(043.3)

INHERITANCE OF QUANTITATIVE TRAITS IN DIALLEL HYBRIDS OF SUNFLOWER

SUMMARY

Sunflower is one of the most important oilseed crops in the world and primary source of edible oil in many countries. The main objectives in sunflower breeding are increased seed yield and oil content in seed and thus oil yield per unit area. To achieve this goal, it is necessary to possess appropriate genetic variability, as well as information about inheritance, heterosis, heritability and relationship between seed yield and other characteristics of the plant. Six sunflower varieties were crossed using diallel method. Seed yield per plant, 1000-seed weight, oil content, plant height and head diameter were studied. Analysis included mode of inheritance, combining abilities, components of genetic variance with regression analysis, heritability and correlation between seed yield per plant and other studied traits. The inheritance of seed yield per plant exhibited superdominance, dominance of the better and poorer parent, partial dominance of the better parent and the intermediary. Additive and nonadditive components were important in the inheritance of seed yield per plant and dominant genes prevailed in relation to recessive. Heritability estimates indicated that environment had great effect on seed yield per plant. The mode of inheritance of 1000-seed weight exhibited negative superdominance, dominance of the better parent, partial dominance of poorer and better parent as well as intermediary. Analysis showed that both, additive and nonadditive, components were important in the inheritance of 1000-seed weight. The frequency of dominant genes was higher than recessive for 1000-seed weight. It was found that environmental factors had great influence on the formation of 1000-seed weight. Superdominance was prevailing as a mode of inheritance for oil content. Nonadditive component of genetic variance played a significant role in the inheritance of oil content and the presence of dominant genes was higher than recessive. Estimation of narrow sense heritability indicated that selection for high oil content can be successful. Superdominance was the most common mode of inheritance for plant height. Additive component had greater importance in the inheritance of plant height, whereas the frequency of dominant genes was higher than recessive. Study showed that

phenotypic expression of plant height was greatly influenced by environmental factors. The mode of inheritance for head diameter were negative superdominance and dominance of poorer parent. Analysis of combining ability and genetic variance of head diameter indicated a significant role of nonadditive component with higher prevalence of dominant versus recessive genes. Depending on the applied method, heritability estimates of head diameter showed stronger or weaker influence of non-heritable factors. Genotypic and phenotypic correlation coefficients determined the existence of a positive statistical significance between the 1000-seed weight and seed yield per plant in the F_1 generation, while the relationship between head diameter and seed yield per plant was statistically highly significant in both generations. In F_2 generation head diameter showed statistically highly significant but negative correlation at genotypic level with 1000-seed weight and plant height, while correlation with oil content was positive. Variety Azovski performed as the best general combiner considering statistically highly significant GCA values for seed yield per plant, 1000-seed weight and plant height.

Key words: sunflower, quantitative traits, heterosis, combining ability, regression analysis, heritability, correlation.

Scientific field: Biotechnical sciences

Narrow scientific field: Genetics and breeding

UDC: 633.854.78:631.527.5(043.3)

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Cilj istraživanja.....	3
3. Pregled literature.....	4
4. Radna hipoteza.....	14
5. Materijal i metod rada.....	15
6. Rezultati istraživanja i diskusija.....	30
6.1.Srednje vrednosti, varijabilnost, heterozis i način nasleđivanja.....	30
6.1.1. Prinos semena po biljci.....	30
6.1.2. Masa 1000 semena.....	34
6.1.3. Sadržaj ulja.....	38
6.1.4. Visina biljke.....	42
6.1.5. Prečnik glave.....	46
6.2.Kombinacione sposobnosti, komponente genetičke varijabilnosti i regresija.....	50
6.2.1. Prinos semena po biljci.....	50
6.2.2. Masa 1000 semena.....	54
6.2.3. Sadržaj ulja.....	58
6.2.4. Visina biljke.....	62
6.2.5. Prečnik glave.....	66
6.3.Heritabilnost.....	71
6.3.1. Prinos semena po biljci.....	71
6.3.2. Masa 1000 semena.....	72
6.3.3. Sadržaj ulja.....	74
6.3.4. Visina biljke.....	76

6.3.5. Prečnik glave.....	78
6.4. Korelacije.....	80
7. Zaključak.....	83
8. Literatura.....	89

1. UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je najviša biljka iz familije *Asteraceae* i roda *Helianthus* i jedna je od najznačajnijih uljanih biljnih vrsta na svetu. U rodu *Helianthus* nalazi se 14 jednogodišnjih i 37 višegodišnjih vrsta suncokreta (Schilling, 2006), kao i veliki broj formi i varijeteta unutar svake vrste. Botaničko ime potiče od grčkih reči *helios* što znači sunce i reči *anthus* što znači cvet. Značenje imena „suncokret“, na španskom „girasol“ i francuskom „tournesol“ potiče od njegove osobine da se okreće prema suncu od faze butonizacije do faze cvetanja.

Suncokret potiče sa jugozapada Severne Amerike. Još 3000 godina pre naše ere gajili su ga severnoamerički Indijanci. Koristili su ga za ishranu, lečenje i u obredima pa se smatraju prvim oplemenjivačima suncokreta (Putt, 1997). Maje su smatrali suncokret kao simbol svetlosti i plodnosti, pili čaj od latica, jeli semenke, listove i latice. U Evropu su ga doneli španski moreplovci u XVI veku i prvo je gajen kao cveće u botaničkim baštama Madrida. Prvi opis u Evropi dao je belgijski travar Rembert Dodoens 1568. godine (Rosengarten, 2004). Kao mesto porekla naveo je Peru i dao mu ime *Chrysanthemum peruvianum* (Sl. 1). Imao je ljubičaste trubaste cvetove (Marinković i sar., 2003).



Slika 1. *Chrysanthemum peruvianum*, odnosno *Helianthus annuus* L.

(http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chrysanthemum_peruvianum_264_Dodoens_1583.png)

Suncokret je jedna od najvažnijih uljanih biljnih vrsta u svetu i poželjan izvor ulja za spremanje salata i prženje (Seiler i Jan, 2010; Cvejić i sar., 2011). Zbog svojih kvalitativnih osobina i visoke biološke i energetske vrednosti koje su u direktnoj vezi sa nekim oboljenjima kod ljudi suncokretovo ulje zauzima posebno mesto među jestivim uljima (Marinković i sar., 2003). Njegovo ulje je izvor tokoferola i fitosterola koji imaju pozitivan uticaj na zdravlje ljudi (Gotar i sar., 2008), snižava nivo holesterola u krvi (Patel i Thompson, 2006), deluje na prevenciju kancera (Bramley i sar., 2000) i značajan je antioksidans (Niki i Noguchi, 2004). Suncokretovo ulje praktično ne sadrži značajna toksična jedinjenja i ima relativno visoku koncentraciju linolne kiseline. Linolna kiselina je esencijalna poli-nezasićena masna kiselina koju ljudi ne sintetišu i prekursor je gama-linolenske i arahidonske kiseline (Dorell, 1978). Suncokretovo ulje ima široku primenu pa se osim u ishrani može koristiti u proizvodnji lakova, kopolimera, poliester filmova, modifikovane smole, plastifikatora i sapuna, a sa razvojem visokooleinskih hibrida suncokretovo ulje je postala važna sirovina za kozmetičku industriju (Suslov, 1968; Luhs i Freidt, 1994; Seiler, 2007). O mogućnosti korišćenja kao sirovina za gorivo pišu u svom istraživanju Hofman i Hauck (1982) koji procenjuju da ako poljoprivrednik u Severnoj Dakoti (SAD) 10% svojih površina nameni proizvodnji suncokreta za gorivo može da zadovolji potrebe svoje farme za gorivom. U kasnijim istraživanjima Morrison i sar. (1995) i Crnobarac i Marinković (2006) takođe ističu mogućnost upotrebe suncokretovog ulja kao sirovine za proizvodnju biodizela. Suncokret je relativno nov usev među ratarskim usevima i ima široku primenu. Značajan je po tome što se uzgaja za izrazito različite namene: kao krmna biljka, uljani, konzumni, za ishranu ptica i u manjoj meri kao dekoracija i rezano cveće (Seiler i Jan, 2010).

Rad na selekciji suncokreta zasnovan na naučnoj osnovi započet je u Rusiji 1912. godine, a kao izvorni materijal korišćene su lokalne populacije sa dobrim agronomskim osobinama. Ruske sorte predstavljale su izuzetno vredan selekcion materijal i mnogo su se koristile u oplemenjivačkom procesu. U zavisnosti od konkretnog cilja odabirale su se sorte sa željenim osobinama.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su:

Ukrštanje različitih genotipova suncokreta metodom dialelnog ukrštanja u cilju stvaranja nove genetičke varijabilnosti radi korišćenja u oplemenjivačkom programu.

Ispitivanje varijabilnosti i načina nasleđivanja kvantitativnih osobina suncokreta: prinosa semena po biljci, mase 1000 semena, sadržaja ulja u semenu, visine biljke i prečnika glave.

Ispitivanje opštih i posebnih kombinacionih sposobnosti u cilju procene materijala koji je korišćen u procesu hibridizacije.

Ispitivanje heritabilnosti odabranih osobina kako bi se utvrdilo kod kojih je osobina fenotipska ocena indikacija sopstvenog genotipa i kao takva upotrebljivija u procesu oplemenjivanja.

Ispitivanje koeficijenata korelacije između prinosa semena po biljci i ostalih ispitivanih osobina suncokreta.

Rezultati će ukazati na dobre i loše kombinacione sposobnosti korišćenih sorti i na genetičku osnovu proučavanih osobina i time će biti korisni u oplemenjivačkom programu prilikom stvaranja novih linija i hibrida suncokreta.

3. PREGLED LITERATURE

Osnovni cilj gajenja suncokreta jeste proizvodnja semena za dobijanje jestivog ulja. Shodno tome, glavni zadaci u oplemenjivanju suncokreta jesu povećanje prinosa semena i sadržaja ulja u semenu, a preko njih i prinosa ulja po jedinici površine. Prinos kao složena osobina zahteva najviše truda u procesu oplemenjivanja jer svi ostali zadaci u oplemenjivanju preko poboljšanja pojedinih osobina bitnih za prinos jesu u funkciji povećanja prinosa semena i ulja.

Realizacija postavljenog cilja u selekciji (stvaranje genotipova sa visokim genetskim potencijalom za prinos semena i ulja) zahteva pre svega posedovanje odgovarajuće genetičke varijabilnosti u početnom materijalu. Pored toga, neophodno je posedovati informacije o načinu nasleđivanja, manifestovanju efekta heterozisa za pojedine osobine, heritabilnosti i odnosu prinosa semena sa drugim osobinama biljke.

Prinos semena, a time i prinos ulja, kod suncokreta predstavlja realizaciju komponenti prinosa semena. Škorić i sar. (2000) navode da su komponente prinosa semena i ulja suncokreta broj biljaka po jedinici površine, broj semena po biljci, hektolitarska masa, masa 1000 semena, nizak sadržaj ljuske i visok sadržaj ulja. Prosečne vrednosti prinosa semena suncokreta u širokoj proizvodnji variraju između 1,5 i 3 t/ha (Škorić i sar., 2007), dok je u Srbiji prema istraživanju Balalić i sar. (2012) prosečan prinos semena suncokreta u mikroogledima izvedenim na 14 lokaliteta iznosio 3,46 t/ha. Zbog svog poligenog karaktera i velikog uticaja spoljašnje sredine prinos se odlikuje niskom heritabilnošću. Rezultati ispitivanja načina nasleđivanja prinosa semena kod suncokreta se razlikuju i utvrđeno je da i aditivna i neaditivna, odnosno dominantna komponenta genetičke varijanse imaju značaja u nasleđivanju. Pojedini autori ističu veći značaj aditivne komponente genetičke varijanse za prinos semena (Putt, 1966; Sindagi i sar., 1979; Petakov, 1992; Karasu i sar., 2010). Nasuprot njima, veću ulogu neaditivne komponente u nasleđivanju prinosa semena utvrdili su u prethodnim istraživanjima brojni autori (Marinković, 1984; Mihaljčević, 1989; Joksimović, 1992; Lande i sar., 1997; Rather i sar., 1998; Goksoy i sar., 2000; Cecconi i sar., 2000; Jocić, 2002, 2012; Sakthivel, 2003; Farrokhi i sar., 2008; Gvozdenović i sar., 2008; Hladni i sar., 2010). Zbog svoje složene prirode prinos semena suncokreta odlikuje se niskom heritabilnošću i u užem i u širem smislu (Fick, 1978). Khan i sar.

(2008) su ispitujući 10 inbred linija i njihova međusobna ukrštanja izračunali visoku vrednost heritabilnosti prinosa semena, u širem smislu. U novijem istraživanju Mijić i sar. (2009) navode da je na heritabilnost u širem smislu prinosa semena velik uticaj imala spoljna sredina kao i interakcija genotipa i spoljne sredine što je rezultiralo niskom vrednošću ovog pokazatelja. Analizirajući heritabilnost nekoliko osobina primenom različitih metoda u ukrštanjima 5 inbred linija suncokreta Marinković i sar. (2012) navode da su se vrednosti heritabilnosti za prinos semena u širem smislu kretale od 0% do 80,64%, dok su se vrednosti u užem smislu kretale između 0% i 97,88%. Poznavanje genetičke osnove kombinacionih sposobnosti jedan je od najvažnijih zadataka savremene genetike (Marinković i sar., 2003). Živanović i sar. (2006) navode da se pravilna ocena kombinacionih sposobnosti genotipova može izvršiti međusobnim ukrštanjem, a najpouzdaniji metod su dialelna ukrštanja. Metod dialelnih ukrštanja predložen je od strane zoologa-genetičara dr Schmidt-a (1919), a prvi put su ga primenili kod biljaka Sprague i Tatum (1942). Ispitujući kombinacione sposobnosti suncokreta metodom dialelnog ukrštanja (8x8) Masood i sar. (2005) su ustanovili veći značaj neaditivnih efekata u kontrolisanju prinosa semena, dok su Mijić i sar. (2008) u dialelnom ukrštanju (6x6) inbred linija suncokreta ustanovili veći značaj aditivne komponente. Andarkhor i sar. (2013) su istražujući OKS/PKS efekte kod inbred linija suncokreta primenom metode linija x tester ustanovili veći značaj neaditivne genetičke komponente u kontrolisanju prinosa semena, obzirom na odnos OKS/PKS koji je bio <1 i nižu vrednost heritabilnosti u užem smislu (21%). U procesu oplemenjivanja veoma je važno poznavati međusobni odnos prinosa semena i drugih komponenti koje utiču na prinos kako bi se pravac oplemenjivanja usmerio na one komponente koje najpozitivnije utiču na prinos, a mogu se jednostavnije i lakše proceniti. Genotipski i fenotipski koeficijenti korelacije otkrivaju stepen povezanosti između pojedinih osobina, a isto tako ukazuju u kojem smeru je potrebno poboljšati određene osobine kako bi se ostvario maksimalan prinos semena. U istraživanjima Habib i sar. (2006), Kaya i sar. (2009) i Ghaffari i Hoseinlou (2013) utvrđene su statistički značajne korelacije između prinosa semena i drugih osobina suncokreta.

Jedna od važnijih komponenti prinosa semena suncokreta, pored broja biljaka po jedinici površine i broja semena po biljci, jeste masa 1000 semena (Miller i Fick, 1997; Kaya i sar., 2003). U ranijem istraživanju Pustavojt i Djakov (1971) navode da

genetički potencijal mase 1000 semena sorata i hibrida suncokreta nije moguće u potpunosti realizovati u običnim poljskim uslovima prinos semena nije određen kombinacijom gena za broj i krupnoću semena već sposobnošću biljke da obezbedi hranu formiranom semenu. Evans (1981) navodi da povećanje genetičkog potencijala leži u većoj sposobnosti kompeticije akceptora asimilativa sa drugim organima. Sposobnost kompeticije zavisi od veličine organa i blizine izvora asimilativa. Povećanje akceptora asimilativa treba optimizovati sa visinom stabla i arhitekturom listova (Jocić, 2002). Seme suncokreta se botanički naziva ahenija koju čini perikarp, meristem i klica sa kotiledonima. Seme suncokreta je raspoređeno po zonama u glavi. Formiranje i rast semena po različitim zonama počinje i završava se u različito vreme što ima za posledicu da semena iste glave nisu iste krupnoće. Krupnoća semena takođe zavisi od genotipa i spoljne sredine, gustine sklopa i ishrane (Ćupina i Sakač, 1989). Najvažniji period u formiranju prinosa semena suncokreta traje 14-16 dana nakon oplodnje trubastih cvetova. U tom periodu se određuje krupnoća semena kao i apsolutna i hektolitarska masa. Intenzivniji rast semena u tom vremenu rezultuje većem nagomilavanju ulja u tkivima za deponovanje i većem procentu ulja u samom semenu. Najkrupnije seme je u spoljnom delu glave koji se prvi formira dok je najsitnije u središnjem delu. Semena u spoljašnjem delu glave se prva formiraju i imaju prednost u iskorišćavanju asimilativa što ima za posledicu da semena koja se nalaze u centralnom delu zaostaju u razvoju zbog konkurencije sa bolje razvijenim semenima (Marinković i sar., 2003).

Masi 1000 semena kao pokazatelju krupnoće semena se pridaje velika pažnja kako u merkantilnoj proizvodnji tako i u semenarstvu. Visoka masa 1000 semena je važna jer takvo seme ima više rezervi hrane, razvijeniji embrion i biljke se brže razvijaju što je naročito važno u nepovoljnim uslovima (Marinković i sar., 2003; Mrđa i sar., 2012). Pri selekciji na krupnoću semena treba biti obazriv i imati u vidu ranija saznanja Piquemal-a (1968) koji navodi da selekcija na krupnije seme vodi smanjenju broja cvetova i procenta nalivenih semena. Prema Sun Lianging (1996) selekcija na semena duge forme i masom 1000 semena >70 g vodi povećanju prinosa. Oplemenjivajne na masu 1000 semena može imati veliki uticaj na povećanje prinosa (Jocić, 2002; Marinković i sar., 2003). Kao najzastupljeniji način nasleđivanja mase 1000 semena u F₁ generaciji uljanog i konzumnog tipa Fick (1978) navodi

intermedijarnost, dok (Gorbačenko, 1979) navodi intermedijarnost i dominaciju boljeg roditelja. Rezultati saopšteni od strane El-Hity (1992), Lande i sar. (1998), Rather i sar. (1998) i Naik i sar. (1999) ukazuju na heterozis kao način nasleđivanja, dok u svom istraživanju Jocić (2002) navodi da u nasleđivanju mase 1000 semena preovlađuje parcijalna dominacija sa čestom pojavom pune dominacije i heterozisa. O udelu genetičkih komponenata pojedini autori navode veću važnost aditivne komponente u nasleđivanju ove osobine (Putt, 1966; Rao i Singh, 1977; Sindagi i sar., 1979; Marinković, 1984; Karasu i sar., 2010). Marinković i Škorić (1985) su utvrdili veći udeo neaditivne komponente u nasleđivanju mase 1000 semena dok su Vassilevska-Ivanova i Tcekova (2003) utvrdili da je nasleđivanje variralo od aditivnog do dominantnog, pa sve do superdominacije.

Masa 1000 semena suncokreta zavisna je kako od godine posmatranja tako i od genotipa (Radić i sar., 2013). Shodno tome, mera naslednosti odnosno heritabilnost mase 1000 semena zavisna je od naslednih i nenaslednih faktora. U ogledima sortno-linijskih i međulinijjskih ukrštanja suncokreta Voljfi i Dumačeva (1973) navode da su se vrednosti heritabilnosti u širem smislu kretale od 43% kod međusortnih do 58% kod sortno-linijskih hibrida. Khan i sar. (2001), Khan (2001), Sujatha i sar. (2002) i Seneviratne i sar. (2004) navode visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu mase 1000 semena. Marinković i sar. (2003) upućuju na oprez u radu sa ovom osobinom i pored toga što se vrednosti heritabilnosti mase 1000 semena u širem smislu kreću i do 94%. Khan (2008) je ispitujući magnitudu heterozisa i heritabilnosti kod suncokreta ustanovio da su se vrednosti heritabilnosti u širem smislu mase 1000 semena kretale od 22% do 93%. Nasuprot njima, Safavi i sar. (2011a, 2011b) ukazuju na relativno niske vrednosti heritabilnosti u širem smislu mase 1000 semena što govori o značajnom uticaju nenaslednih činilaca u ekspresiji ove osobine. Iako je na osnovu mnogih istraživanja utvrđena visoka heritabilnost ove osobine u procesu oplemenjivanja na prinos treba biti obazriv jer povećanje krupnoće semena vodi smanjenju broja semena u glavi. U pojedinim istraživanjima utvrđena je pozitivna korelacija između mase 1000 semena i prinosa semena, ukazujući da povećanje mase 1000 semena utiče na povećanje prinosa semena (Chikkadevaiah i sar., 2002; Arshad i sar., 2007; Kaya i sar., 2009; Kholghi i sar., 2011).

Osnovni cilj gajenja suncokreta jeste proizvodnja semena iz koga se dobija jestivo ulje koje ima izvanredne nutritivne osobine. Sadržaj ulja u semenu je kvantitativna osobina i veoma je varijabilna u zavisnosti od genetičkih i agroklimatskih uslova, naročito u fazi nalivanja (Marinković i sar., 2003). O značajnom uticaju genotipa, agroklimatskih uslova i primenjene agrotehnike na sadržaj ulja govore rezultati brojnih ranijih istraživanja (Vrebalov i sar., 1968; Škorić i sar., 1996; Vranceanu i Stanescu, 1982; Škorić i Marinković, 1990; Dušanić, 1998). Na formiranje sadržaja ulja polen ima malo efekta jer je sadržaj ulja određen genetikom biljke na kojoj se formira seme (Vear 2010). O uticaju gena na formiranje sadržaja ulja Alexander (1963) navodi da je sadržaj ulja uslovljen poligenomskom naslednošću sa izraženim aditivnim efektom. Fick (1975) ističe da je sadržaj ulja visoko nasledna osobina i individualni odabir biljaka može početi već u ranim fazama oplemenjivanja. Postojanje snažnog aditivnog efekta u nasleđivanju sadržaja ulja utvrdili su u prethodnim istraživanjima Putt (1966), Fick (1975), Škorić (1976), Rao i Singh (1977), Sindagi i sar. (1979, 1996), Miller i sar. (1980), Marinković (1984), Refoyo i sar. (1988), Ortegón-Morales i sar. (1992), Rojas i Fernández-Martínez (1998). Analizirajući dialelna ukrštanja 9 inbred linija suncokreta Škorić (1976) je utvrdio postojanje 4 načina nasleđivanja sadržaja ulja: dominaciju, parcijalnu dominaciju, superdominaciju i intermedijarnost. Kao način nasleđivanja sadržaja ulja rezultati istraživanja Fernández-Martínez i sar. (1979) i Areco i sar. (1985) ukazuju na postojanje dominacije slabijeg roditelja, dok su nasuprot njima, Fick (1975) i Marinković (1984) ukazali na postojanje dominacije boljeg roditelja što je u saglasnosti i sa ranijim rezultatima Pustavojsa (1966) koji takođe ističe da se u F_1 generaciji ispoljava dominacija boljeg roditelja u nasleđivanju sadržaja ulja. Felicity Vear (2010) navodi da hibridi obično imaju veći sadržaj ulja od svojih roditelja, što nije slučaj ako roditelji imaju sadržaj ulja 50% ili više. Veći uticaj neaditivne (dominantne) genetičke komponente u nasleđivanju sadržaja ulja utvrdili su Kovačik i Škaloud (1972), Pathak i sar. (1985), Marinković (1993), Gangappa i sar. (1997).

Sadržaj ulja je važna komponenta prinosa i poznavanje heritabilnosti ove osobine je od velikog značaja za proces selekcije. Procena heritabilnosti ukazuje na ekspresivnost osobine pomoću koje genotip može da se oceni na osnovu fenotipa. Djakov (1992) navodi da niže vrednosti heritabilnosti sadržaja ulja u semenu mogu biti

rezultat osetljivosti ove osobine na ishranu biljke i navodi da su se vrednosti u širem smislu kretale od 48% do 69%. Ispitujući heritabilnost sadržaja ulja brojni autori su u istraživanjima ustanovili visok udeo genetičke u ukupnoj fenotipskoj varijansi (Shabana, 1974; Fick, 1975; Marinković, 1993; Sujatha i sar., 2002; Leon i sar., 2003; Mahmood i Mehdi, 2003). Saglasno sa rezultatima navedenih autora Mijić i sar. (2006) su ustanovili da je u nasleđivanju ove osobine veliki uticaj imao genotip individue (hibrida), odnosno, fenotipska ekspresija ove osobine je najvećim delom zavisila od genetičke osnove individue, a manjim delom od uticaja spoljne sredine odnosno interakcije. U rezultatima istraživanja pojedinih autora utvrđeno je postojanje pozitivne korelacije između sadržaja ulja i prinosa semena (Farhatullah i sar., 2006; Arshad i sar., 2007; Kaya i sar., 2008).

Na početku gajenja suncokreta kao ratarske biljne vrste visini biljke se poklanjala posebna pažnja. Ruski seljaci su uzimali seme za setvu od biljaka koje su se odlikovale visokim i snažnim stablom (Marinković i sar., 2003). Saznanja iz oblasti genetike, fiziologije i agrotehnike kao i širenje ove biljne vrste u različite proizvodne oblasti uticalo je da se gajenju suncokreta priđe sa naučnog aspekta kako bi se u zavisnosti od agroekoloških uslova maksimizirala produktivnost. To je dovelo do stvaranja sorata i hibrida suncokreta različite visine. Schneider i sar. (1988) navode da se smanjenjem visine biljke olakšava primena mehanizacije kao i poboljšava otpornost na poleganje koje je izraženije u uslovima velikih kiša i jakih vetrova pa nižim genotipovima treba dati prednost u proizvodnji (Fick i sar., 1985). Miller i Hammond (1991) ističu da su niži hibridi bolje adaptirani visoko proizvodnim sredinama, a u istraživanjima Schneider (1992) i Velasco i sar. (2003) se ukazuje na sličan potencijal za prinos između nižih i hibrida standardne visine. Optimalnom visinom biljke suncokreta smatra se između 160 i 180 cm (Shabana, 1974; Škorić, 1975). Visina biljke sorata suncokreta varira od 60 cm kod ranih, preko 200 cm kod srednje kasnih sorata pa sve do 450 cm kod sorata za silažu (Djakov i Perestova, 1975). Kod savremenih ruskih sorti suncokreta koje se nalaze u komercijalnoj proizvodnji visina biljke kreće se od 145 cm kod sorte *Sur* koja je standardnog uljanog tipa pa sve do 340 cm kod sorte *Belosnežna* koja je namenjena silaži. Analizirajući način nasleđivanja visine biljke kod suncokreta autori su dobijali različite rezultate koji se mogu pripisati razlikama u genetičkom materijalu kao i agroekološkim uslovima obzirom na kvantitativnu prirodu osobine. Još

u ranim fazama oplemenjivanja suncokreta veliki broj autora utvrdio je postojanje efekta heterozisa u načinu nasleđivanja ove osobine. Ananjeva (1936) je ispitujući hibridne kombinacije utvrdila više vrednosti ove osobine kod F_1 generacije u odnosu na roditelje. Nešto kasnije do istih rezultata došli su i Unrau (1947), Morozov (1947) i Leclercq (1968). Visoke vrednosti heterozisa za visinu biljke utvrdili su i Marinković i sar. (2002). Ispitujući 18 hibrida metodom linija x tester Gvozdenović i sar. (2005) su utvrdili postojanje dominacije, superdominacije i intermedijarnosti u načinu nasleđivanja ove osobine kod suncokreta. Analizirajući heterotični potencijal agronomski važnih osobina oslanjajući se na svoje rezultate i rezultate raznih autora širom sveta Škorić i sar. (2007) navode da je u nasleđivanju visine biljke glavnu ulogu imala neaditivna komponenta genetičke varijanse. Značajniji uticaj aditivnih gena u nasleđivanju visine biljke suncokreta utvrdili su Mijić i sar. (2005) ispitujući kombinacione sposobnosti 15 trolinijskih hibrida. Do istih rezultata došli su i Karasu i sar. (2010) ispitujući kombinacione sposobnosti i heterozis kod komponenti prinosa suncokreta. Ispitujući kombinacione sposobnosti Gvozdenović i sar. (2005) su utvrdili postojanje statistički visoko značajnih i značajnih razlika između linija i testera u pogledu ovog pokazatelja. Procenom kombinacionih sposobnosti isti autori su utvrdili veće vrednosti PKS u odnosu na OKS za visinu biljke ukazujući na veći značaj neaditivne komponente u ekspresiji ove osobine.

Rezultati istraživanja heritabilnosti visine biljke suncokreta nisu u saglasnosti i zavisili su od ispitivanog genetičkog materijala. Fick (1978) je analizirajući heritabilnost visine suncokreta u širem smislu kod 9 ukrštanja ustanovio da su se vrednosti kretale od niskih (4,1%) do visokih (84,9%). Slične procene heritabilnosti u širem smislu visine biljke suncokreta ustanovili su i Marinković i Škorić (1984) koji navode vrednosti od 0% do 83,9%. Analizirajući S_1 i S_2 generaciju suncokreta Mahmood i Mehdi (2003) su ustanovili visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu ove osobine, s tim da je kod S_2 generacije vrednost bila nešto viša. Visoke vrednosti heritabilnosti ukazuju na visok udeo genetičke osnove u fenotipskoj ekspresiji ove osobine. Saglasno sa ovim su i rezultati Seneviratne i sar. (2004) koji su ispitivali poboljšanje populacije suncokreta primenom bulk metode. U istraživanju Mijić i sar. (2006) navodi se da na visinu biljke u značajnijoj meri utiče genetska osnova ali se ne isključuje jači ili slabiji uticaj spoljašnje sredine. Srednje vrednosti heritabilnosti visine

biljke suncokreta utvrdili su Mijić i sar. (2009) ukazujući da su u ekspresiji ove osobine uticaj imale i spoljašnja sredina kao i interakcija genotipa sa sredinom. Ispitujući različite metode izračunavanja heritabilnosti Marinković i sar. (2012) su ustanovili da su vrednosti heritabilnosti ove osobine u širem smislu bile srednje do visoke kao i da su se razlikovale u zavisnosti od primenjenog metoda. Visoke vrednosti heritabilnosti ukazuju na značajniji uticaj neaditivnih efekata gena u nasleđivanju. O uticaju visine biljke na prinos semena pojedini autori su utvrdili pozitivnu međuzavisnost (Chikkadevaiah i sar., 2002; Kaya i sar., 2008; Jocković i sar., 2012), dok su nasuprot navedenim autorima Arshad i sar. (2007, 2010) ustanovili da povećanje visine biljke vodi smanjenju prinosa semena.

Veoma važna komponenta prinosa suncokreta kojoj se u procesu oplemenjivanja poklanja velika pažnja jeste prečnik glave. Škorić i sar. (1989) navode da je optimalan prečnik glave između 20 i 25 cm. Na formiranje prečnika glave pored genetičkih faktora utiču i faktori spoljašnje sredine kao što su broj biljaka po jedinici površine, vlažnost zemljišta i obezbeđenost hranivima (Škorić, 1989; Miller i Fick, 1997; Marinković i sar., 2003). Ispitujući uticaj broja biljaka po jedinici površine na prečnik glave suncokreta Mc William i English (1978) su utvrdili postojanje negativne korelacije, a u istraživanju Esendal i Kandemir (1996) sa povećanjem međurednog rastojanja povećao se i prečnik glave. Visoko značajnu negativnu korelaciju broja biljaka na prečnik glave utvrdili su i Michele i sar. (1996). U istraživanju Mijić i sar. (2005) prosečne vrednosti prečnika glave kretale su se u rasponu od 20,2 do 24,3 cm. Slične vrednosti prečnika glave izmerene su i u drugim istraživanjima (Hladni i sar., 2000; Marinković i sar., 2011; Jocković i sar., 2012). Dosadašnja istraživanja nasleđivanja prečnika glave suncokreta ne daju jasnu sliku o udelu genetičkih varijansi. Veći udeo neaditivne komponente u nasleđivanju ove osobine utvrdili su Kovačik i Škaloud (1972) ukrštajući inbred linije suncokreta, a do istih zaključaka došli su u novijim istraživanjima Hladni i sar. (2000) i Mijić i sar. (2005). Saglasno sa njima Joksimović i sar. (2000) su ispitujući 8 inbred linija i 15 hibrida takođe ustanovili veći udeo neaditivne komponente u nasleđivanju prečnika glave. Marinković i Škorić (1990) su ustanovili veći udeo aditivne komponente u nasleđivanju prečnika glave, a El-Hity (1992) je ustanovio čak 7 puta veći udeo aditivne komponente. Značajniji udeo aditivne komponente u nasleđivanju prečnika glave ustanovili su i Gvozdenović i sar. (2005). Ispoljavanje

efekta heterozisa u nasleđivanju prečnika glave utvrdili su u svojim istraživanjima Marinković i Škorić (1990), Khair i sar. (1992), Marinković i sar. (2002) i Karasu i sar. (2010). Ispitujući heterozis i kombinacione sposobnosti u zavisnosti od genetičke divergentnosti roditeljskih linija Kumar (2007) je u nasleđivanju prečnika glave pored pozitivnog heterozisa konstatovao i pojavu negativnog heterozisa u odnosu na roditeljski prosek kod pojedinih kombinacija ukrštanja.

U ekspresiji prečnika glave genetički faktori imaju značajno manji uticaj nego kod nekih drugih agronomskih osobina (Fick 1978). U ranijim istraživanjima izračunate vrednosti heritabilnosti u širem smislu prečnika glave suncokreta kretale su se od 21,9 do 42% (Pathak, 1974; Kloczowski, 1975; Venkateswarlu i sar., 1980). Khan (2001) u ispitivanju 20 genotipova suncokreta navodi srednju vrednost heritabilnosti za ovu osobinu (54,27%). Nasuprot njemu, Sujatha i sar. (2002) su u ispitivanju 51 inbred linije našli da je heritabilnost prečnika glave iznosila 99,18%. Objašnjenje za ovako visoku vrednost heritabilnosti može se potražiti u činjenici da su u pitanju inbred linije i da dobijene vrednosti jednostavno predstavljaju karakteristike tih linija kao i da nije bilo nepovoljnih agroekoloških uslova koji bi uticali na dobijene vrednosti. Negativan efekat spoljašnje sredine u nasleđivanju prečnika glave navode Safavi i sar. (2011b) koji su ispitujući način nasleđivanja agromorfoloških osobina kod 36 linija suncokreta u uslovima vodnog stresa ustanovili veoma nisku procenu heritabilnosti ove osobine (6,01%). Ispitujući način nasleđivanja kod 24 hibrida suncokreta Attia i sar. (2012) su izračunali visoku vrednost heritabilnosti u širem smislu prečnika glave (95,8%) ukazujući na dominantnu ulogu genetičke osnove u ekspresiji ove osobine. Mijić i sar. (2005) navode da posebnu pažnju u programu oplemenjivanja treba posvetiti morfološkim osobinama glave. Prečnik glave direktno utiče na broj cvetova i semena po glavi, a povećanje prečnika glave iznad optimalne vrednosti (20–25 cm) rezultira smanjenim prinosom zrna, povećanom procentu ljuske jer zrno ostaje ne naliveno, povećanim brojem praznih semena i smanjenim sadržajem ulja (Škorić 1989). Prečnik glave ima direktnog uticaja na prinos semena preko broja cvetova i prinosa semena po glavi (Tahir i sar., 2002; Hladni i sar., 2010). Veličina glave je povezana sa brojem formiranih cvetnih začetaka što u kombinaciji sa stepenom oplodnje i povoljnim uslovima za nalivanje semena određuje prinos semena. Međuzavisnost prečnika glave i prinosa semena pokazala je u prethodnim istraživanjima postojanje i pozitivne i

negativne korelacije, kako na genotipskom tako i na fenotipskom nivou (Arshad i sar., 2007, 2010; Yasin i Singh, 2010; Jocković i sar., 2012), što govori o tome da prečnik glave nije osobina koja bezuslovno utiče na prinos semena i da se prinos semena ne može jednostavno povećati oplemenjivanjem na veći obim glave.

4. RADNA HIPOTEZA

Preliminarnim ispitivanjima utvrđeno je da se odabrane sorte suncokreta uključene u ovo istraživanje statistički značajno razlikuju u pogledu prinosa semena po biljci, masi 1000 semena, sadržaju ulja, visini biljke i prečniku glave.

Uzimajući u obzir divergentnost biljnog materijala uključenog u istraživanje kao i dosadašnje literarne podatke pretpostavka je da će se manifestovati različiti načini nasleđivanja osobina koja su predmet istraživanja.

Pretpostavka je da odabrani genotipovi suncokreta poseduju različite opšte i posebne kombinacione sposobnosti za ispitivane osobine i da će se na osnovu toga izabrati genotipovi koji će doneti napredak u oplemenjivanju na prinos.

Poznavanje načina nasleđivanja i kombinacionih sposobnosti materijala kojim se raspolaže ima presudnu ulogu u oplemenjivačkom procesu sa ciljem stvaranja superiornih genotipova koji mogu doneti napredak u proizvodnji.

5. MATERIJAL I METOD RADA

Za ispitivanje načina nasleđivanja i kombinacionih sposobnosti prinosa semena po biljci, sadržaja ulja, mase 1000 semena, visina biljke i prečnika glave odabrano je šest sorti suncokreta koje su na osnovu preliminarnih istraživanja ispoljile divergentnost u pogledu ispitivanih osobina. Eksperimentalni materijal za ovo istraživanje sastojao se od šest ruskih sorti suncokreta koje su međusobno ukrštane dialelnom metodom po Griffing-u (1956).

AZOVSKI

Sorta visokog i snažnog stabla, velikog habitusa (Sl. 2). Odlikuje se visinom biljke preko 200 cm i dobrim potencijalom za prinos. Tolerantna je na značajnije bolesti suncokreta, a prema podacima iz literature poseduje genetičku otpornost na volvod (*Orobanche cumana*) i korišćena je kao izvor gena otpornosti na ovu parazitnu cvetnicu (Škorić i Jocić, 2004).



Slika 2. Sorta Azovski u polju

KAZAČKI

Sorta srednje visine, jakog stabla odlikuje se dobrom otpornošću na poleganje (Sl. 3). Prosečna visine oko 160 cm i odlikuje se sadržajem ulja 45 – 50%. Tolerantna je na značajnije bolesti i prema preliminarnim podacima poseduje genetičku otpornost na volovod (*Orobanche cumana*).



Slika 3. Sorta Kazački u polju

HARKOVSKI

Sorta koja se odlikuje nižom stabljikom, između 140 i 150 cm visine, velikih listova i sadržajem ulja do 50% (Sl. 4). Korišćena je u oplemenjivačkom programu za unapređenje morfologije i prinosa suncokreta, a prema literarnim podacima i kao izvor gena otpornosti na volovod (*Orobanche cumana*) (Škorić i Jocić, 2004).



Slika 4. Sorta Harkovski u polju

LIDER

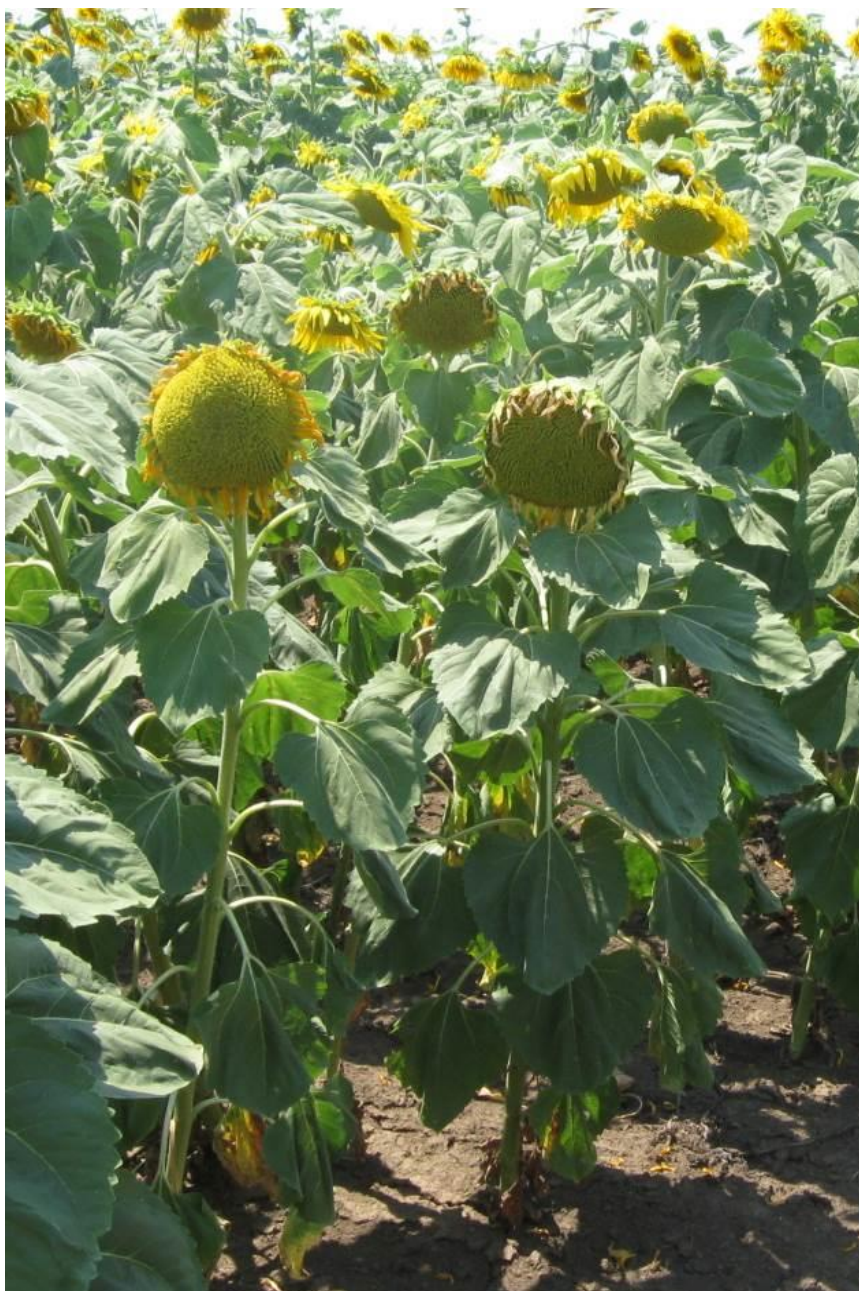
Sorta srednje visokog i snažnog stabla (Sl. 5). Karakteriše je visina do 180 cm i izuzetan sadržaj ulja koji može dostići i preko 50%. Posедуje dobru tolerantnost na bolesti, a prema literarnim podacima korišćena u oplemenjivačkom programu za otpornost na fuzarijum (Gontcharov i sar., 2006).



Slika 5. Sorta Lider u polju

RODNIK

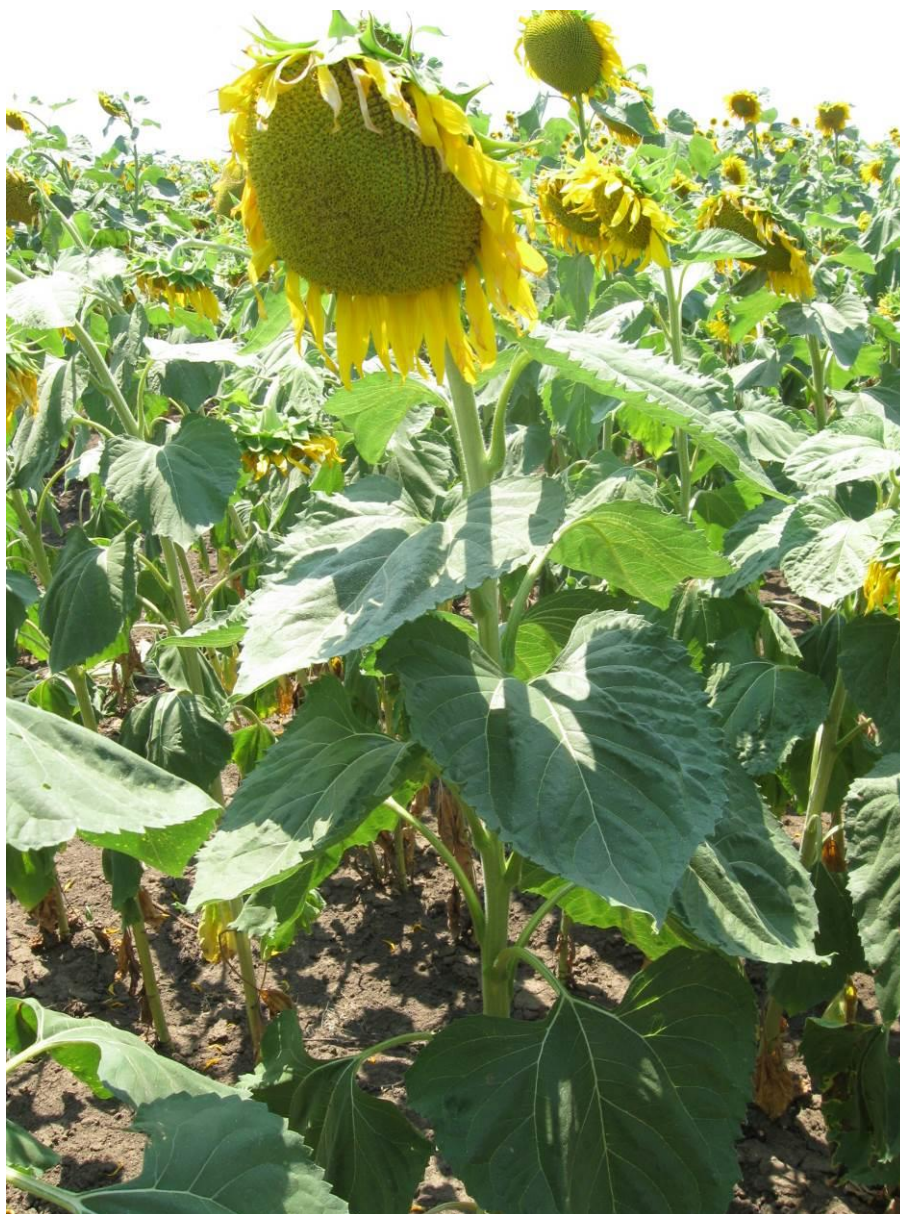
Sorta srednje visine koja se odlikuje dobrom tolerantnošću na sušu (Sl. 6). Prosečne visine između 160 i 170 cm i odličnim sadržajem ulja od 50%. Zbog dobrih proizvodnih karakteristika i otpornosti na bolesti nalazi se u proizvodnji ruskog Instituta VNIIMK.



Slika 6. Sorta Rodnik u polju

AMAIAN

Sorta srednje visine tolerantna na poleganje (Sl. 7). Visina stabljike do 160 cm čini je pogodnom za gajenje u različitim agroekološkim uslovima. Tolerantna je na bolesti i odlikuje se dobrim sadržajem ulja (45 - 50%).



Slika 7. Sorta Amaian u polju

U prvoj godini eksperimenta navedene sorte suncokreta ukrštene su metodom nepotpunog dialela, bez recipročnih ukrštanja. Naredne godine urađena su povratna ukrštanja sa oba roditelja (BCP_1 i BCP_2) kao i samooplodnja F_1 generacije radi proizvodnje F_2 generacije. Kod biljaka koje su korišćene kao majčinska komponenta u ukrštanjima rađena je ručna emaskulacija u ranim jutarnjim časovima, pre otvaranja antera. Komparativni ogled za ovo istraživanje postavljen je po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja sa roditeljskim linijama, F_1 i F_2 generacijama i povratnim ukrštanjima.

Osnovni podaci ogledne parcelice

Dužina osnovne parcelice	3,6 m
Broj redova po osnovnoj parcelici	
za P_1 , P_2 , F_1 , BCP_1 i BCP_2	4
za F_2 generaciju	10
Razmak između redova	0,7 m
Razmak između biljaka u redu	0,3 m
Broj biljaka u redu	12

Eksperimentalni ogled posejan je u optimalnom roku na dobro pripremljenom zemljištu tipa černozem na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Tokom vegetacionog perioda primenjivana je optimalna agrotehnika. Berba je obavljena ručno.

Analizirane su biljke iz središnjih redova, bez rubnih, kako bi se eliminisao rubni efekat i to: za roditeljske sorte i sortne kombinacije po 30 biljaka (10 biljaka po ponavljanju), za povratna ukrštanja 60 biljaka (20 biljaka po ponavljanju) a za F_2 generacije 180 biljaka (60 biljaka po ponavljanju), u slobodnoj oplodnji. Analizirano je pet kvantitativnih osobina suncokreta, i to:

- ❖ Prinos semena po biljci (g)
- ❖ Masa 1000 semena (g)
- ❖ Sadržaj ulja (%)
- ❖ Visina biljke (cm)
- ❖ Prečnik glave (cm)

Prinos semena po biljci izmeren je u laboratoriji tehničkom vagom sa tačnošću od 0,01 g merenjem ukupne količine semena dobijenog u slobodnoj oplodnji. Sadržaj ulja u semenu određen je nuklearnom magnetnom rezonancom (NMR-om) u čistom semenu i izražen u %. Masa 1000 semena izmerena je na slučajnom uzorku apsolutno čistog i vazdušno suvog semena. Visina biljke i prečnik glave izmereni su u fazi fiziološke zrelosti.

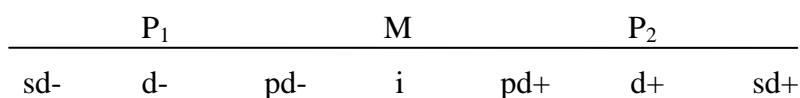
Obrada podataka vršena je primenom računarskog programa STATISTICA for Windows i programom GEN.

Od osnovnih statističkih parametara za svaku osobinu izračunat je pokazatelj centralne tendencije-aritmetička sredina (\bar{x}), standardna devijacija distribucije sredine uzoraka (SD) i koeficijent varijacije (V) (Hadživuković, 1991).

Za utvrđivanje načina nasleđivanja primenjen je test signifikantnosti (t-test) srednjih vrednosti F_1 generacije u odnosu na prosečne vrednosti roditelja.

Kada je srednja vrednost F_1 generacije jednaka roditeljskom proseku smatra se da se radi o intermedijarnom načinu nasleđivanja (i). Ukoliko je srednja vrednost potomstva bliža srednjoj vrednosti jednog ili drugog roditelja to se smatra parcijalnom dominacijom boljeg (pd^+) ili lošijeg (pd^-) roditelja. Kada je srednja vrednost F_1 generacije jednaka srednjoj vrednosti jednog roditelja to se smatra kao dominantno nasleđivanje boljeg (d^+) ili lošijeg roditelja (d^-) (Sl. 8). Signifikantno veća vrednost F_1 generacije u odnosu na roditelja sa višom vrednošću tumačeno je kao pozitivna superdominacija (sd^+), dok je značajno manja vrednost od roditelja niže vrednosti negativna superdominacija (sd^-) (Kraljević-Balalić i Petrović, 1981).

Relativni heterozis (%) za ispitivane osobine izračunat je poređenjem srednje vrednosti F_1 generacije u odnosu na prosek roditelja sa višom vrednošću za ispitivanu osobinu, a značajnost utvrđena t-testom.



Slika 8. Načini nasleđivanja kvantitativnih osobina

Računanje heterozisa:

$$h = \frac{F_1 - BP}{BP} \times 100 \text{ (\%)}$$

h – vrednost heterozisa u %

BP – srednja vrednost roditelja sa višom vrednošću ispitivane osobine

Radi potpunije informacije o komponentama genetičke varijanse i efektu gena za proučavane osobine primenjena je analiza dialelnih ukrštanja za kombinacione sposobnosti.

Za testiranje opštih (OKS) i posebnih (PKS) kombinacionih sposobnosti primenjen je dialelni metod 2 po Griffing-u (1956). Pretpostavka ovog metoda je da ne postoje razlike u recipročnim ukrštajcima. U analizu su uključeni roditelji i jedan set F_1 generacije pa je ukupan broj podataka za obradu $n(n+1)/2$, gde n predstavlja broj roditelja.

Matematički model za analizu kombinacionih sposobnosti glasi:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + 1/bc \sum \sum e_{ijkl}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

$$l = 1, 2, \dots, c$$

gde su: Y_{ij} - srednja vrednost $i \times j$ -tog genotipa preko k i l

m - srednja vrednost populacije

g_j - predstavlja opšte kombinacione sposobnosti (OKS) j-tog roditelja

g_i - predstavlja OKS i-tog roditelja

s_{ij} - predstavlja interakciju, odnosno posebne kombinacione sposobnosti

(PKS)

$1/bc \sum \sum e_{ijkl}$ – sredina pogreške

Analiza varijanse za opšte i posebne kombinacione sposobnosti urađena je primenom sledećih formula:

suma kvadrata (SS) opštih kombinacionih sposobnosti:

$$S.S. = 1/n+2[\sum(Y_{i.}+Y_{.j})^2 - b/nY^2 ..] \quad b - \text{ broj ponavljanja}$$

suma kvadrata (SS) posebnih kombinacionih sposobnosti:

$$S.S. = \sum \sum Y_{ij}^2 - 1/n+2\sum(Y_{i.}+Y_{.j})^2 + 2/(n+1)(n+2) \times Y^2 ..$$

stepeni slobode (Df): za OKS = n-1

$$\text{za PKS} = n \times (n-1)/2$$

$$\text{za pogrešku (Error)} = b \times (n \times (n+1)/2 - 1)$$

sredina kvadrata (MS):

$$\text{za OKS} - MS_g = S.S./n-1$$

$$\text{za PKS} - MS_s = S.S./ (n \times (n-1)/2)$$

$$\text{za pogrešku} - MS_e = S.S./ (b \times (n \times (n+1)/2 - 1))$$

procena komponenata varijanse:

$$\delta^2_g = 1/n+2 \times (M_g - M_s)$$

$$\delta^2_s = M_s - M_e$$

$$\delta^2_e = M_e$$

genetičke komponente:

$$\text{aditivnost} \quad \delta^2_a = 2 \delta^2_g$$

$$\text{dominantnost} \quad \delta^2_d = \delta^2_s$$

procena kombinacionih sposobnosti:

$$\text{OKS} = 1/n+2[\sum(Y_{i.}+Y_{.j}) - 2/n Y^2 ..]$$

$$\text{PKS} = Y_{ij} - 1/n+2 (Y_{i.}+Y_{.j}+Y_{.j}+Y_{ij}) + 2/(n+1)(n+2) \times Y^2 ..$$

Analiza komponenata genetičke varijanse kao i regresiona analiza podataka urađena je po metodi koju su razradili Jinks (1954), Hayman (1954) i Mather i Jinks (1971).

$$V_p = D + E$$

$$W_r = 1/2D - 1/4F + 1/nE$$

$$V_r = 1/4D + 1/4H_1 - 1/4F + n+1/2nE$$

$$V_m = 1/4D + 1/4H_1 - 1/4H_2 - 1/4F + 1/2nE$$

Gde je:

V_p – varijansa roditelja

V_m – varijansa srednjih vrednosti kolone

V_r – varijansa svih potomaka svakog roditelja

W_r – kovarijansa potomaka na roditelje

D – komponenta varijanse koja se duguje aditivnom delovanju gena

H_1 - komponenta varijanse dominantnih efekata gena

H_2 – posledica dominantnih efekata korigovana za distribuciju gena

F – interakcija aditivni x dominantni efekat

$F = 0$ ako je $U = V$

$F = +$ ako ima više dominantnih gena

$F = -$ ako ima više recesivnih gena

E – komponenta koja zavisi od uslova sredine

u – frekvencija dominantnih gena

v – frekvencija recesivnih gena

Prosečan stepen dominacije određen je formulom: $\sqrt{H_1/D}$

a) ako je količnik <1 u pitanju je parcijalna dominacija

b) ako je količnik $=1$ u pitanju je puna dominacija

c) ako je količnik >1 u pitanju je superdominacija

Da bi videli da li su dominantni i recesivni geni simetrično raspoređeni kod roditelja izračunat je odnos:

$$H_2/4H_1=UV$$

Ako ovaj odnos iznosi 0,25 dominantni i recesivni geni su podjednako (simetrično) raspoređeni kod roditelja ($H_1 = H_2$, odnosno $U=V$).

Odnos ukupnog broja dominantnih prema recesivnim genima kod svih roditelja računat je po formuli:

$$K_D/K_R = \sqrt{4DH_1 + F}/\sqrt{4DH_1 - F}$$

- a) ako je količnik >1 preovlađuju dominantni u odnosu na recesivne gene,
- b) ako je količnik $=1$ dominantni i recesivni geni su podjednako zastupljeni,
- c) ako je količnik <1 preovlađuju recesivni geni u odnosu na dominantne.

Regresiona analiza podataka predstavljena je Vr Wr grafikonom gde tačke dijagrama rasturanja treba da su raspoređene na delu očekivane linije regresije koja se nalazi unutar ograničavajuće parabole:

$$Wr^2 = Vr \times Vp$$

Ako linija VrWr seče osu Wr u tački A, a tangenta ograničavajuće parabole koja je paralelna seče tu osu u tački B onda je odnos:

$$AB/OB = \sqrt{H_1/D}$$

Prosečan stepen dominacije određen je kvadratnim korenom iz navedenog odnosa. U odsustvu dominacije ($H_1 = 0$) linija VrWr je tangenta ograničavajuće parabole i sve tačke (VrWr) se poklapaju u tački dodira, odnosno linija VrWr se pretvara u tačku. Kada je izražena puna dominacija ($H_1 = D$ ili $AB = OB$) linija VrWr prolazi kroz koordinatni početak. Pri parcijalnoj dominaciji ($H_1 < D$ ili $AB < OB$) linija prolazi iznad, a pri superdominaciji ($H_1 > D$ ili $AB > OB$) ispod koordinatnog početka (Graf. 1).

Na osnovu VrWr grafikona moguće je odrediti odnos dominantnih i recesivnih gena koji kontrolišu ispitivanu osobinu kod roditelja. Linija sa najvećim brojem dominantnih gena imaće najmanju varijansu Vr i kovarijansu Wr i odgovaraće joj tačka koja se nalazi bliže koordinatnom početku. Linija sa najvećim brojem recesivnih gena imaće najveću varijansu Vr i kovarijansu Wr i predstavljaće najudaljeniju tačku od koordinatnog početka.

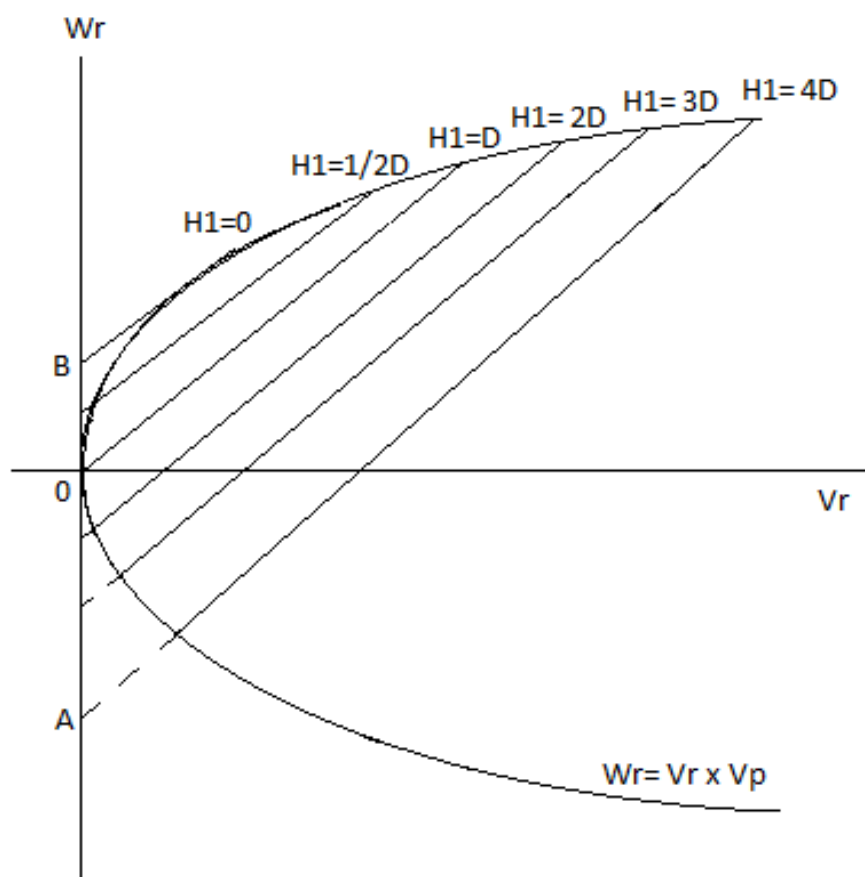
Za utvrđivanje stepena dominacije kod roditelja koristi se WrW' grafikon. Roditelj sa najvećim brojem recesivnih gena nalazi se u prvom kvadrantu najviše udaljen od koordinatnog početka, dok se roditelj sa najviše dominantnih gena nalazi bliže koordinatnom početku. Tačke dijagrama rasturanja treba da budu raspoređene duž

očekivane linije regresije $b = 1/2$. U slučaju superdominacije tačke dijagrama rasturanja će se nalaziti u trećem kvadrantu.

Presek očekivane linije regresije sa W' osom nije indikator stepena dominacije kao što je to slučaj na $VrWr$ grafikonu.

Zajedničko tumačenje oba grafikona omogućava da se otkrije postojanje interalelne interakcije. U slučaju interalelne interakcije neke tačke rasturanja se nalaze ispod teoretske linije regresije $b = 1$ na $VrWr$ grafikonu, dok na WrW' grafikonu imaju suprotan efekat, odnosno nalaze se iznad teoretske linije regresije $b = 1/2$. Testiranje koeficijenta regrsije $b = 1$ rađeno je prema Steel i Torrie (1960) preko koeficijenta regresije (b) i standardne greške regresije (sb) prema formuli:

$$t = b-1/sb \text{ za } n-2 \text{ stepena slobode.}$$



Grafikon 1. Dominacija u dialelnom ukrštanju izražena kroz odnos $VrWr$

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) i užem (h^2) smislu:

U širem smislu računata je primenom četiri metode prema formulama:

Metod 1:

Mather (1949): korišćenjem varijansi F_2 , F_1 i roditelja

$$H^2 = \frac{\delta^2 F_2 - \frac{\delta^2 P_1 + \delta^2 P_2 + \delta^2 F_1}{3}}{\delta^2 F_2} \times 100$$

Metod 2:

Mahmud i Kramer (1951): korišćenjem varijansi F_2 i roditelja

$$H^2 = \frac{\delta^2 F_2 - \delta^2 P_1 \times \delta^2 P_2}{\delta^2 F_2} \times 100$$

Metod 3:

Briggs i Knowles (1967): korišćenjem varijansi F_2 i roditelja

$$H^2 = \frac{\delta^2 F_2 - 1/2(\delta^2 P_1 \times \delta^2 P_2)}{\delta^2 F_2} \times 100$$

Metod 4:

Burton (1951): korišćenjem varijansi F_2 i F_1 generacije

$$H^2 = \frac{\delta^2 F_2 - \delta^2 F_1}{\delta^2 F_2} \times 100$$

U užem smislu heritabilnost je računata prema formuli:

Warner (1952): korišćenjem varijansi F_2 i generacija povratnih ukrštanja

$$h^2 = \frac{2\delta^2 F_2 - (\delta^2 BC_1 + \delta^2 BC_2)}{\delta^2 F_2} \times 100$$

Radi utvrđivanja međusobnog odnosa prinosa semena po biljci sa ostalim osobinama suncokreta koje su bile predmet ovog istraživanja izračunati su fenotipski (r_p) i genotipski (r_g) koeficijenti korelacije u potomstvima F_1 i F_2 generacija primenom analize varijanse prema formuli Miller i sar. (1958):

$$r_g = \frac{G_{covXY}}{\sqrt{\delta^2 gX \delta^2 gY}} \quad r_p = \frac{P_{covXY}}{\sqrt{\delta^2 pX \delta^2 pY}}$$

Gde su : G_{cov} – genotipska kovarijansa osobina X i Y

r_g – genotipski koeficijent korelacije

$\delta^2 g$ – genotipska varijansa

P_{cov} – fenotipska kovarijansa osobina X i Y

r_p – fenotipski koeficijent korelacije

$\delta^2 p$ – fenotipska varijansa

Značajnost koeficijenata testirana je primenom t-testa za n-2 stepena slobode, gde je "n" broj genotipova (Snedecor i Cochran, 1967).

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

6.1. Srednje vrednosti, varijabilnost, heterozis i način nasleđivanja

6.1.1. Prinos semena po biljci

Analizom varijanse utvrđena je statistički signifikantna razlika prinosa semena po biljci između roditeljskih sorti upotrebljenih u istraživanju što govori o njihovoj divergentnosti u pogledu ove osobine (Tab. 1).

Tabela 1. Analiza varijanse roditeljskih sorti za prinos semena po biljci suncokreta

Izvor variranja	Df	SS	MS	F	F _(0,05)	F _(0,01)
Genotip	5	8760,78	1752,16	9,34**	3,11	5,06
Pogreška	12	2251,65	187,64			
Ukupno	17	11012,43				

Poredeći ispitivane sorte suncokreta koje su služile kao roditelji u ovom istraživanju najveći prosečan prinos semena po biljci ostvarila je sorta Azovski (98,29 g), dok je najniži prinos semena po biljci izmeren kod sorte Harkovski (46,52 g) (Tab. 2). Najviši prosečan prinos semena po biljci u F₁ generaciji ostvarila je kombinacija Lider x Rodnik (95,83 g), a najniži je konstatovan kod ukrštanja Lider x Amaian (56,16 g). U F₂ generaciji je konstatovano opadanje prosečnog prinosa semena po biljci u odnosu na F₁ generaciju kod većine kombinacija ukrštanja, a najviši prosečan prinos po biljci u F₂ generaciji izmeren je kod ukrštanja Rodnik x Amaian (79,75 g). U generacijama povratnih ukrštanja prosečne vrednosti prinosa semena po biljci kretale su se od 56,76 g (BCP₁ Harkovski x Lider) do 78,90 g (BCP₁ Azovski x Lider).

Najmanje variranje prinosa semena po biljci bilo je kod sorte Azovski (30,06%), dok je najveći koeficijent varijacije u pogledu prinosa semena po biljci ispoljila sorta Amaian (63,72%). Poredeći F₁ generacije ukrštanja najmanje variranje prinosa semena po biljci ispoljila je kombinacija Lider x Amaian (24,81%) dok je najviša vrednost koeficijenta varijacije ustanovljena kod ukrštanja Kazački x Amaian (69,11%). Vrednosti koeficijenata varijacije u F₂ generacijama bili su viši kod skoro svih kombinacija ukrštanja. Kod dve kombinacije ukrštanja (Kazački x Amaian i Harkovski x Amaian) ustanovljeno je veće variranje F₁ generacije u pogledu prinosa semena po

biljci u odnosu na F₂ generaciju. Najveći koeficijent varijacije prinosa semena po biljci u F₂ generaciji utvrđen je kod kombinacije Rodnik x Amaian (76,85%) dok je najmanje variranje u F₂ generaciji ispoljila kombinacija Harkovski x Amaian (44,32%). U generacijama povratnih ukrštanja vrednosti koeficijenta varijacije kretale su se od 36,83% (BCP₁ Azovski x Amaian) do 53,55% (BCP₁ Rodnik x Amaian) (Tab. 2).

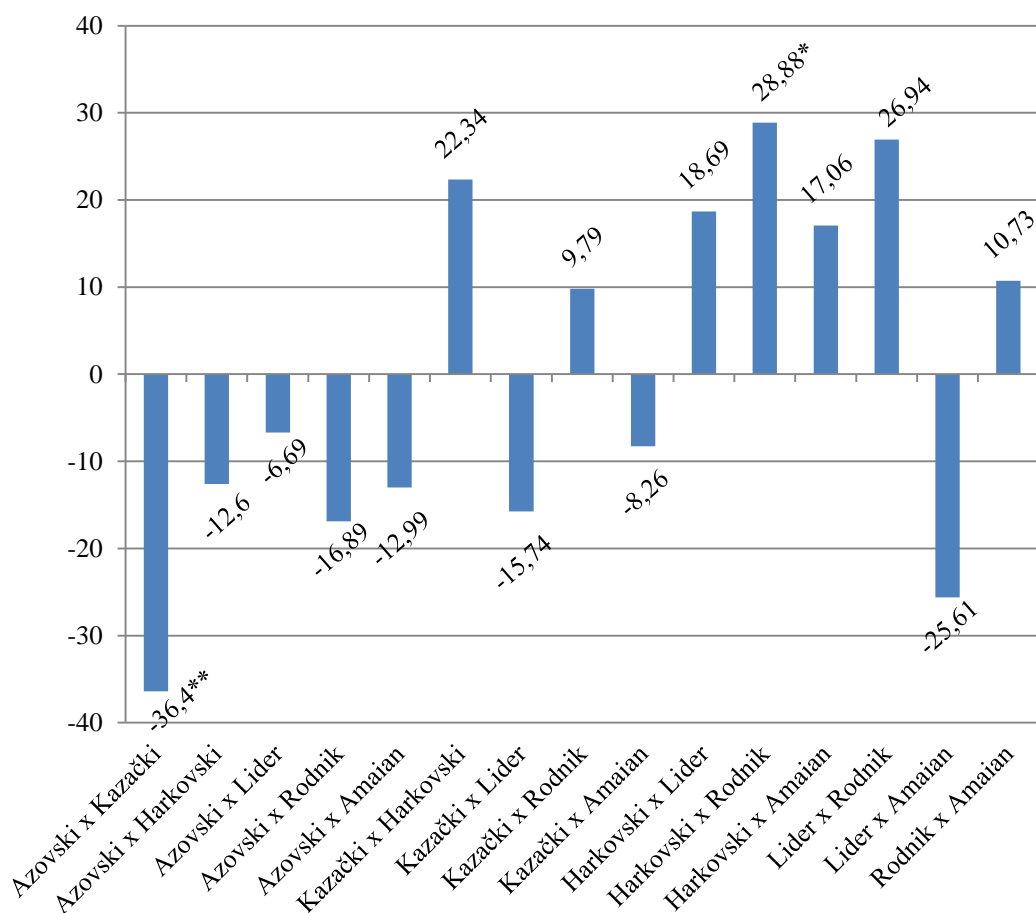
Tabela 2. Prosečne vrednosti, pokazatelji varijabilnosti i način nasleđivanja prinosa semena po biljci suncokreta

Azovski x Kazački	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	98,29	68,41	62,51^d	72,78	67,01	63,76
SD ±	34,43	24,22	23,99	36,86	28,94	29,88
V (%)	30,06	35,41	38,38	50,64	43,19	46,87
Azovski x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	98,29	46,52	85,91^{pd+}	63,90	72,13	65,48
SD ±	34,43	21,27	36,04	31,21	27,35	30,94
V (%)	30,06	45,73	41,95	48,83	37,92	47,25
Azovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	98,29	75,49	91,71ⁱ	56,40	78,90	68,51
SD ±	34,43	32,93	29,81	25,08	30,69	29,59
V (%)	30,06	39,59	32,50	44,46	38,89	43,19
Azovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	98,29	66,66	81,69ⁱ	65,64	71,45	70,80
SD ±	34,43	28,09	32,40	38,30	26,31	29,50
V (%)	30,06	42,13	39,66	58,35	36,83	41,67
Azovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	98,29	54,81	85,52ⁱ	49,85	73,74	62,44
SD ±	34,43	34,92	30,11	23,38	27,16	27,53
V (%)	30,06	63,72	33,17	46,89	36,83	44,08
Kazački x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	68,41	46,52	83,69^{pd+}	61,81	69,99	60,51
SD ±	24,22	21,27	33,39	30,70	27,61	29,11
V (%)	35,41	45,73	39,90	49,67	39,44	48,11
Kazački x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	68,41	75,49	63,61	69,59	66,96	75,88
SD ±	24,22	32,93	25,14	45,80	30,06	32,16
V (%)	35,41	39,59	39,52	65,81	44,90	42,38
Kazački x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	68,41	66,66	75,11	58,41	70,50	63,95
SD ±	24,22	28,09	34,69	34,20	27,09	29,23
V (%)	35,41	42,13	46,18	58,54	38,43	45,71
Kazački x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	68,41	54,81	62,76	69,75	62,39	65,47
SD ±	24,22	34,92	43,37	38,13	30,21	30,21
V (%)	35,41	63,72	69,11	54,66	48,42	46,14

Harkovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	46,52	75,49	89,60^{d+}	72,04	56,76	72,58
SD ±	21,27	32,93	35,73	34,84	25,24	31,42
V (%)	45,73	39,59	39,88	48,36	44,46	43,29
Harkovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	46,52	66,66	85,91^{d+}	76,20	67,04	74,45
SD ±	21,27	28,09	39,41	42,76	34,78	32,02
V (%)	45,73	42,13	45,88	56,12	51,87	43,00
Harkovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	46,52	54,81	64,16	55,24	57,92	62,77
SD ±	21,27	34,92	30,75	24,48	26,09	24,86
V (%)	45,73	63,72	47,93	44,32	45,05	39,60
Lider x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	75,49	66,66	95,83^{sd+}	71,46	76,76	76,25
SD ±	32,93	28,09	31,20	35,82	31,27	32,88
V (%)	39,59	42,13	32,55	50,12	40,73	43,12
Lider x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	75,49	54,81	56,16^{d-}	50,21	64,70	65,53
SD ±	32,93	34,92	13,93	24,67	29,61	32,29
V (%)	39,59	63,72	24,81	49,13	45,76	49,27
Rodnik x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	66,66	54,81	73,81	79,75	60,23	62,54
SD ±	28,09	34,92	28,19	61,29	32,25	29,02
V (%)	42,13	63,72	38,19	76,85	53,55	46,40
lsd_{0,05}			19,81			
lsd_{0,01}			26,47			

Rezultati načina nasleđivanja prinosa semena po biljci F₁ generacije nisu bili isti kod ispitivanih kombinacija ukrštanja. Kao način nasleđivanja prinosa semena po biljci prisustvo superdominacije (sd⁺) utvrđeno je samo kod kombinacije Lider x Rodnik. Dominacija boljeg roditelja (d⁺) utvrđena je kod tri kombinacije ukrštanja, a isto toliko puta se ispoljila i intermedijarnost (i). Prisustvo dominacije lošijeg roditelja (d⁻) utvrđeno je kod dve kombinacije, a parcijalna dominacija boljeg roditelja (pd⁺) kod jedne kombinacije ukrštanja. Kod pet kombinacija ukrštanja nije utvrđen način nasleđivanja prinosa semena po biljci jer nije bilo statistički značajne razlike u pogledu prosečnih vrednosti kako između roditelja tako i između vrednosti roditelja i ukrštanja. Pozitivan heterozis kao način nasleđivanja prinosa semena po biljci suncokreta konstatovan je i u prethodnim istraživanjima (Marinković, 1984; Chaudhary i Anand, 1985; Škorić, 1989; Goksoy i sar., 2002; Hladni, 2012).

Visoko značajna i negativna vrednost heterozisa prinosa semena po biljci izračunata je kod ukrštanja Azovski x Kazački (-36,40%), dok je statistički značajna i pozitivna vrednost heterozisa (28,88%) izračunata kod ukrštanja Harkovski x Rodnik. Kod trinaest kombinacija nisu utvrđene statistički značajne vrednosti heterozisa u F₁ generaciji. Nasuprot ovom istraživanju Jocić (2002) je u dialelnom ukrštanju pet inbred linija suncokreta konstatovao da se heterozis prinosa semena po biljci kretao između 129,34% i 411,97%. Razlog ovakvih razlika u vrednostima heterozisa jeste veća genetska divergentnost roditelja u pogledu ove osobine korišćenih u njegovom istraživanju (Graf. 2).



Grafikon 2. Heterozis (%) prinosa semena po biljci F₁ generacije u odnosu na boljeg roditelja

6.1.2. Masa 1000 semena

Primenom analize varijanse utvrđene su statistički značajne razlike u pogledu mase 1000 semena između roditeljskih sorti, što govori o genetičkoj divergentnosti odabranih genotipova u pogledu ove osobine (Tab. 3).

Tabela 3. Analiza varijanse mase 1000 semena roditeljskih sorti suncokreta

Izvor variranja	Df	SS	MS	F	F _(0,05)	F _(0,01)
Genotip	5	797,66	159,53	4,06*	3,11	5,06
Pogreška	12	471,20	39,27			
Ukupno	17	1268,86				

Najviša prosečna vrednost mase 1000 semena kod roditeljskih genotipova izmerena je kod sorte Kazački (67,22 g), dok je najnižu vrednost ostvarila sorta Harkovski sa prosečnom masom 1000 semena od 50,47 g (Tab. 4). U F₁ generaciji prosečne vrednosti mase 1000 semena bile su niže nego kod roditeljskih sorti i iznosile su 65,17 g kod ukrštanja Azovski x Kazački i 44,90 g kod kombinacije Kazački x Amaian. Poredeći potomstva F₂ generacije najviša prosečna vrednost mase 1000 semena utvrđena je kod ukrštanja Azovski x Kazački (64,63 g), dok je najniža vrednost od 45,85 g izmerena kod F₂ generacije kombinacije Rodnik x Amaian. BCP₁ generacija ukrštanja Azovski x Lider ostvarila je najvišu prosečnu masu 1000 semena u celokupnom eksperimentu i iznosila je 68,87 g. Najniža prosečna vrednost mase 1000 semena izmerena je u BCP₁ generaciji ukrštanja Harkovski x Rodnik (49,39 g) (Tab. 4).

Poredeći koeficijente varijacije (V) može se zaključiti da se najvišom varijabilnošću mase 1000 semena odlikovala sorta Amaian (29,99%) dok je najveću homogenost mase 1000 semena imala sorta Kazački sa koeficijentom varijacije od 20,20% (Tab. 4). Najveću homogenost mase 1000 semena u potomstvima F₁ generacije imala je kombinacija ukrštanja Azovski x Kazački (14,87%), dok se najvećom varijabilnošću odlikovala kombinacija Kazački x Amaian sa koeficijentom varijacije od 29,39%. Izračunate vrednosti koeficijenta varijacije mase 1000 semena u F₂ generacijima kretale se od 22,31% kod kombinacije Azovski x Lider do 31,60% kod ukrštanja Kazački x Lider. U potomstvima povratnih ukrštanja najviše je varirala masa 1000 semena u BCP₁ generaciji ukrštanja Kazački x Amaian (25,83%), a najmanju

varijabilnost mase 1000 semena ostvarila je BCP₁ generacija kombinacije Azovski x Lider (18,36%) (Tab. 4).

Tabela 4. Prosečne vrednosti, pokazatelji varijabilnosti i način nasleđivanja mase 1000 semena suncokreta

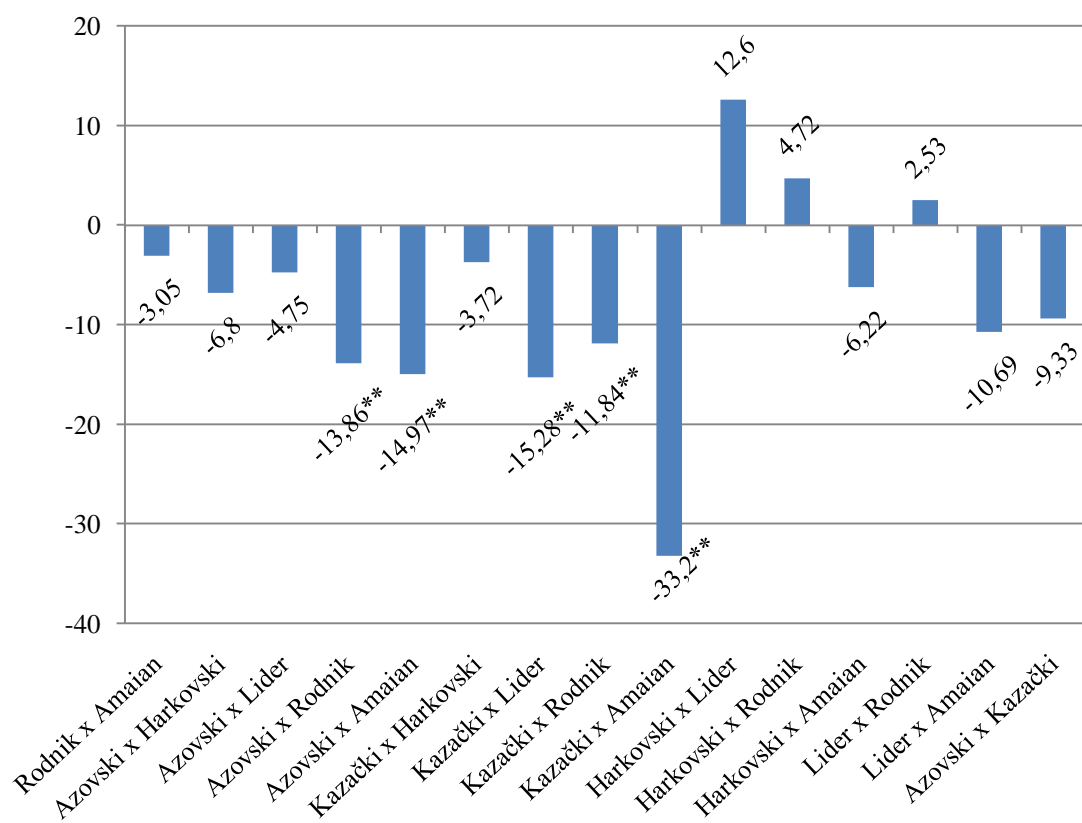
Azovski x Kazački	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	65,86	67,22	65,17	64,63	60,57	59,01
SD ±	14,68	13,58	9,69	15,71	12,05	14,87
V (%)	22,29	20,20	14,87	24,31	19,89	25,21
Azovski x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	65,86	50,47	61,38^{pd+}	61,97	64,13	61,88
SD ±	14,68	10,28	12,51	16,40	13,33	13,86
V (%)	22,29	20,36	20,37	26,46	20,79	22,40
Azovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	65,86	52,62	62,73^{d+}	53,81	68,67	50,90
SD ±	14,68	15,68	14,00	12,00	12,61	11,34
V (%)	22,29	29,80	22,31	22,31	18,36	22,28
Azovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	65,86	56,15	56,73ⁱ	46,92	59,37	59,03
SD ±	14,68	13,09	10,52	13,07	12,25	10,99
V (%)	22,29	23,32	18,54	27,86	20,63	18,62
Azovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	65,86	52,77	56,00ⁱ	56,85	71,76	52,82
SD ±	14,68	15,82	12,57	14,77	14,75	12,73
V (%)	22,29	29,99	22,44	25,97	20,55	24,10
Kazački x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	67,22	50,47	64,72^{pd+}	60,15	60,06	57,11
SD ±	13,58	10,28	12,56	13,55	13,97	10,74
V (%)	20,20	20,36	19,41	22,53	23,25	18,80
Kazački x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	67,22	52,62	56,95^{pd-}	53,33	56,49	59,96
SD ±	13,58	15,68	12,13	16,85	12,43	11,10
V (%)	20,20	29,80	21,30	31,60	22,00	18,51
Kazački x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	67,22	56,15	59,26^{pd-}	51,88	63,73	59,72
SD ±	13,58	13,09	9,75	15,56	12,83	13,40
V (%)	20,20	23,32	16,46	29,99	20,13	22,44
Kazački x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	67,22	52,77	44,90^{sd-}	47,42	55,30	50,97
SD ±	13,58	15,82	13,20	11,91	14,29	11,78
V (%)	20,20	29,99	29,39	25,12	25,83	23,12
Harkovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	50,47	52,62	59,25^{d+}	61,04	52,85	57,78
SD ±	10,28	15,68	10,73	15,53	11,42	13,50
V (%)	20,36	29,80	18,11	25,45	21,61	23,37

Harkovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	50,47	56,15	58,80	56,49	49,39	58,92
SD ±	10,28	13,09	14,29	15,97	11,91	13,26
V (%)	20,36	23,32	24,31	28,27	24,13	22,51
Harkovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	50,47	52,77	49,49	52,11	52,19	54,79
SD ±	10,28	15,82	9,70	11,86	12,49	12,04
V (%)	20,36	29,99	19,60	22,77	23,94	21,98
Lider x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	52,62	56,15	57,57	52,45	53,93	60,42
SD ±	15,68	13,09	11,42	12,48	12,99	12,76
V (%)	29,80	23,32	19,83	23,80	24,10	21,12
Lider x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	52,62	52,77	47,13	49,98	51,28	50,70
SD ±	15,68	15,82	7,74	13,86	12,40	11,34
V (%)	29,80	29,99	16,42	27,74	24,19	22,37
Rodnik x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	56,15	52,77	50,91	45,85	55,02	51,35
SD ±	13,09	15,82	8,35	11,83	13,20	12,89
V (%)	23,32	29,99	16,40	25,80	23,99	25,10
lsd_{0,05}	7,26					
lsd_{0,01}	9,71					

Kod šest kombinacija ukrštanja nije bilo moguće ustanoviti način nasleđivanja obzirom da je utvrđeno da ne postoje statistički značajne razlike kako između roditelja među sobom tako i između roditelja i F₁ generacije (Tab. 4). Negativna superdominacija (sd⁻) kao način nasleđivanja utvrđen je u F₁ generaciji ukrštanja Kazački x Amaian obzirom na statistički značajno nižu prosečnu vrednost mase 1000 semena u odnosu na lošijeg roditelja. Dominacija boljeg roditelja (d⁺) ispoljila se u kombinacijama Harkovski x Lider i Azovski x Lider. Kod dve kombinacije ispoljila se parcijalna dominacija boljeg roditelja (pd⁺), a isto toliko puta ustanovljena je i parcijalna dominacija lošijeg roditelja (pd⁻). Intermedijarnost (i) kao način nasleđivanja mase 1000 semena ispoljila se kod kombinacija Azovski x Rodnik i Azovski x Amaian. U ranijim istraživanjima Jocić (2002) navodi da je najčešći način nasleđivanja mase 1000 semena bio pozitivan heterozis, a utvrđeni su i slučajevi dominacije boljeg roditelja i intermedijarnost. Saglasno sa njegovim rezultatima, pozitivnu superdominaciju kao način nasleđivanja mase 1000 semena utvrdili su i drugi istraživači (El Hity, 1992; Lande i sar., 1998; Rather i sar., 1998; Naik i sar., 1999). Razlike u ovom i navedenim

istraživanjima mogu se objasniti činjenicom da je genetička divergentnost korišćenog materijala u pogledu ove osobine bila veća u pomenutim istraživanjima.

Statistički visoko značajne ali negativne vrednosti heterozisa mase 1000 semena srednjih vrednosti F₁ generacije u odnosu na srednju vrednost boljeg roditelja izračunate su kod pet kombinacija, a kretale su se od -33,20% kod ukrštanja Kazački x Amaian do -11,84% kod kombinacije Kazački x Rodnik. Kod deset kombinacija nije utvrđena statistički značajna vrednost heterozisa (Graf. 3).



Grafikon 3. Heterozis (%) mase 1000 semena F₁ generacije u odnosu na boljeg roditelja

6.1.3. Sadržaj ulja

Analizom varijanse utvrđeno je da su između ispitivanih roditeljskih komponenti suncokreta postojale statistički značajne razlike u pogledu sadržaja ulja u semenu (Tab. 5). Dobijeni rezultat govori o divergentnosti korišćenih sorti u pogledu ove osobine.

Tabela 5. Analiza varijanse sadržaja ulja u semenu (%) roditeljskih sorti suncokreta

Izvor variranja	Df	SS	MS	F	F _(0,05)	F _(0,01)
Genotip	5	74,37	14,87	4,27*	3,11	5,06
Pogreška	12	41,79	3,48			
Ukupno	17	116,16				

Izmerene prosečne vrednosti sadržaja ulja u semenu roditeljskih sorti suncokreta kretale su se od 44,35% kod sorte Azovski do 49,78% kod sorte Lider (Tab. 6). Poredeći prosečan sadržaj ulja F₁ potomstva najveći prosek (53,13%) ostvarila je kombinacija Lider x Rodnik, dok je najniži sadržaj ulja (48,25%) utvrđen kod ukrštanja Kazački x Rodnik. U F₂ potomstvu je kod skoro svih kombinacija ukrštanja konstatovano opadanje prosečnog sadržaja ulja u semenu u odnosu na F₁ generaciju, osim kod kombinacije Kazački x Amaian gde je utvrđen veći prosečan sadržaj ulja u F₂ potomstvu u odnosu na F₁. Prosečan sadržaj ulja u potomstvima F₂ generacije kretao se između 44,45% izmeren kod kombinacije Azovski x Amaian i 51,10% kod ukrštanja Lider x Rodnik. U potomstvima povratnih ukrštanja prosečne vrednosti sadržaja ulja u semenu su se kretale između 46,35% (BCP₂ Azovski x Amaian) i 53,07% (BCP₂ Azovski x Kazački, BCP₂ Azovski x Rodnik) (Tab. 6).

Koeficijent varijacije kao pokazatelj varijabilnosti najveći je bio kod sorte Kazački (8,59%) dok je najmanje variranje sadržaja ulja u semenu ispoljila sorta Lider (6,45%) (Tab. 6). U većini F₁ potomstva sadržaj ulja u semenu je manje varirao nego kod roditelja. Najveće variranje sadržaja ulja u semenu F₁ potomstva utvrđen je kod kombinacije Kazački x Rodnik (12,12%), dok je najmanji koeficijent varijacije F₁ potomstva bio kod ukrštanja Rodnik x Amaian (3,09%). Sadržaj ulja u semenu F₂ potomstva najviše je varirao kod kombinacije Kazački x Rodnik (12,11%), a najmanju varijabilnost sadržaja ulja u F₂ generaciji ispoljila je kombinacija Kazački x Amaian (6,15%). Vrednosti koeficijenta varijacije u potomstvima povratnih ukrštanja kretale su se od 3,17% (BCP₂ Kazački x Amaian) do 9,41% (Lider x Amaian) (Tab. 6).

Tabela 6. Prosečne vrednosti, pokazatelji varijabilnosti i način nasleđivanja sadržaja ulja u semenu suncokreta

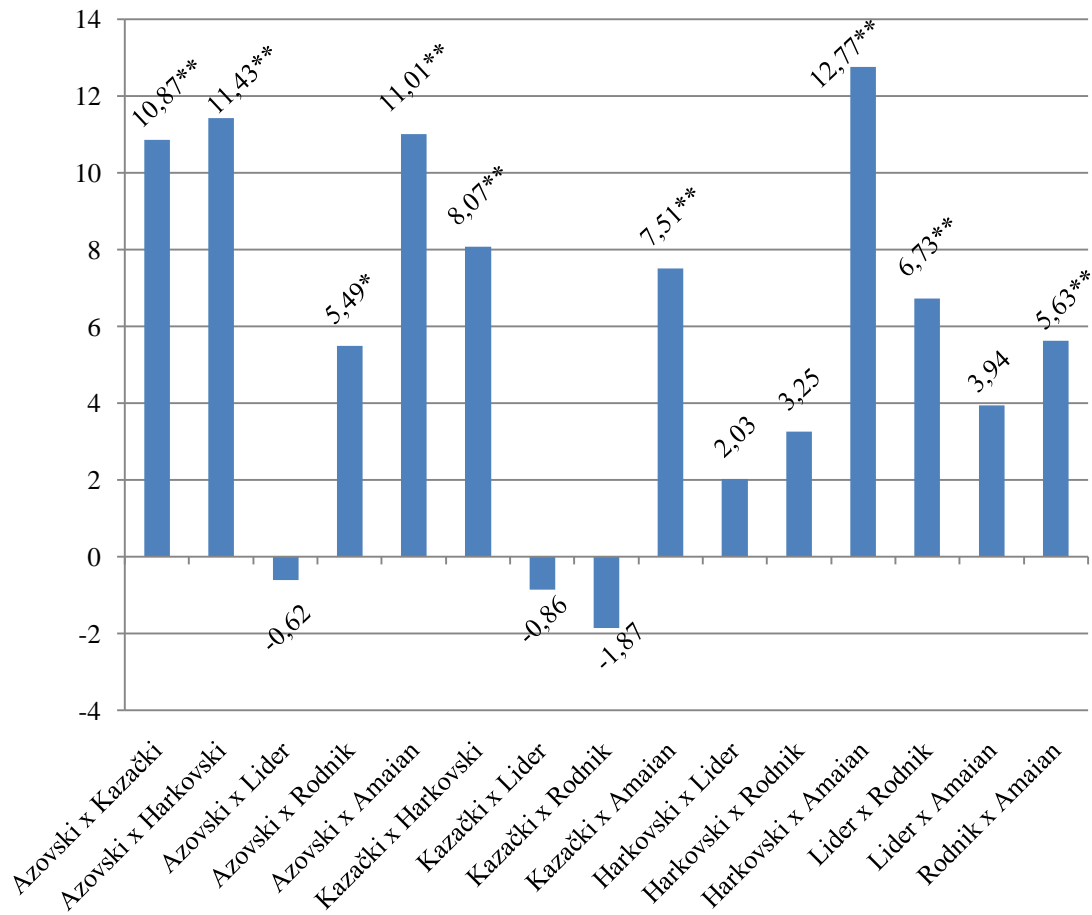
Azovski x Kazački	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	44,35	45,43	50,37^{sd+}	46,50	49,69	53,07
SD ±	3,69	3,90	2,99	3,56	3,48	3,29
V (%)	8,32	8,59	5,94	7,65	7,00	6,19
Azovski x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	44,35	46,11	51,38^{sd+}	45,57	48,58	51,26
SD ±	3,69	3,71	2,74	3,72	3,43	3,03
V (%)	8,32	8,05	5,34	8,17	7,06	5,91
Azovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	44,35	49,78	49,47^{d+}	48,73	47,81	51,14
SD ±	3,69	3,21	3,67	3,33	3,15	2,51
V (%)	8,32	6,45	7,43	6,84	6,59	4,91
Azovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	44,35	49,17	51,87^{sd+}	49,26	49,42	53,07
SD ±	3,69	4,14	3,68	4,69	3,11	3,21
V (%)	8,32	8,42	7,09	9,51	6,29	6,04
Azovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	44,35	45,41	50,41^{sd+}	44,45	48,98	46,35
SD ±	3,69	3,72	4,27	4,16	4,29	3,09
V (%)	8,32	8,19	8,48	9,37	8,76	6,66
Kazački x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	45,43	46,11	49,83^{sd+}	49,71	51,63	50,55
SD ±	3,90	3,71	3,76	3,35	2,93	2,49
V (%)	8,59	8,05	7,54	6,74	5,68	4,93
Kazački x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	45,43	49,78	49,35^{d+}	46,38	50,14	49,77
SD ±	3,90	3,21	2,98	4,51	2,66	4,39
V (%)	8,59	6,45	6,04	9,73	5,31	8,81
Kazački x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	45,43	49,17	48,25^{pd+}	46,53	49,60	50,21
SD ±	3,90	4,14	5,85	5,64	3,60	3,60
V (%)	8,59	8,42	12,12	12,11	7,25	7,17
Kazački x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	45,43	45,41	48,84^{sd+}	49,57	48,10	47,90
SD ±	3,90	3,72	3,19	3,05	3,80	3,16
V (%)	8,59	8,19	6,53	6,15	7,90	3,17
Harkovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	46,11	49,78	50,79^{d+}	48,14	49,21	49,11
SD ±	3,71	3,21	3,46	4,69	3,43	3,90
V (%)	8,05	6,45	6,81	9,74	6,97	7,94
Harkovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	46,11	49,17	50,77^{d+}	49,85	50,86	52,47
SD ±	3,71	4,14	3,15	4,87	3,16	3,04

V (%)	8,05	8,42	6,21	9,77	6,21	5,80
Harkovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	46,11	45,41	52,00^{sd+}	47,77	49,57	47,47
SD ±	3,71	3,72	2,43	3,22	3,10	2,59
V (%)	8,05	8,19	4,67	6,74	6,26	5,45
Lider x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	49,78	49,17	53,13^{sd+}	51,10	50,61	50,04
SD ±	3,21	4,14	3,22	3,31	3,80	3,97
V (%)	6,45	8,42	6,06	6,48	7,52	7,94
Lider x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	49,78	45,41	51,74^{d+}	48,68	48,78	49,55
SD ±	3,21	3,72	2,81	3,49	4,59	3,07
V (%)	6,45	8,19	5,43	7,18	9,41	6,20
Rodnik x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	49,17	45,41	51,94^{sd+}	48,48	50,16	47,79
SD ±	4,14	3,72	1,61	4,51	2,69	2,90
V (%)	8,42	8,19	3,09	9,30	5,36	6,08
lsd_{0,05}	2,54					
lsd_{0,01}	3,41					

Kao način nasleđivanja sadržaja ulja preovlađivala je superdominacija (sd⁺), heterozis, koja se ispoljila kod devet kombinacija ukrštanja, dok se dominacija boljeg roditelja (d⁺) kao način nasleđivanja ispoljila kod pet kombinacija ukrštanja. Parcijalna dominacija boljeg roditelja (pd⁺) u F₁ generaciji ispoljila se kod kombinacije Kazački x Rodnik (Tab. 6). U ranijim istraživanjima Pustavojt (1963) je ukrštajući sorte populacije došao do zaključka da se sadržaj ulja u F₁ generaciji nasleđuje intermedijarno, dok su nešto kasnije Schuster (1964), Leclercq (1968), Stojanova (1971) i Škorić (1975) u svojim istraživanjima utvrdili heterotične efekte za ovu osobinu. Razlike u interpretaciji dobijenih rezultata u pomenutim istraživanjima objašnjavaju se činjenicom da je korišćen različit genetički materijal što znači da je od velike važnosti ispitivanje kombinacionih sposobnosti materijala koji stoji selekcioneru na raspolaganju kako bi se odabrali oni genotipovi koji će omogućiti dalji napredak u oplemenjivanju. Sadržaj ulja suncokreta određen je genetičkom osnovom, spoljašnjom sredinom, kao i njihovom interakcijom (Vratarić i Sudarić, 2004).

Poredeći srednje vrednosti sadržaja ulja u semenu F₁ generacije u odnosu na srednju vrednost boljeg roditelja kod najvećeg broja kombinacija ukrštanja ispoljio se visoko signifikantan pozitivan heterozis. Kod pet ukrštanja nije bilo statistički značajne razlike, sadržaja ulja, srednje vrednosti F₁ generacije u odnosu na srednju vrednost

boljeg roditelja. Najveći efekat heterozisa u odnosu na boljeg roditelja za sadržaj ulja u semenu izračunat je kod kombinacije Harkovski x Amaian i iznosio je 12,77% (Graf. 4).



Grafikon 4. Heterozis (%) sadržaja ulja F₁ generacije u odnosu na boljeg roditelja

6.1.4. Visina biljke

Analizom varijanse utvrđeno je da su između roditeljskih sorti suncokreta, korišćenih u ovom istraživanju, postojale statistički visoko značajne razlike u pogledu visine biljke (Tab. 7).

Tabela 7. Analiza varijanse visine biljke roditeljskih sorti suncokreta

Izvor variranja	Df	SS	MS	F	F _(0,05)	F _(0,01)
Genotip	5	7188,20	1437,60	37,82**	3,11	5,06
Pogreška	12	456,20	38,00			
Ukupno	17	7644,40				

Poredeći prosečne vrednosti visine biljke suncokreta između roditeljskih sorti u ovom ispitivanju najvišu vrednost ostvarila je sorta Azovski sa prosečnom visinom od 207,27 cm, dok je kod sorte Harkovski izmerena najniža prosečna visina biljke od 145,43 cm (Tab. 8). U potomstvu F₁ generacije najvišu prosečnu vrednost ostvarila je kombinacija ukrštanja Azovski x Rodnik sa prosečnom visinom od 208,33 cm, dok je u ukrštanju Kazački x Amaian prosečna visina biljke bila najniža i iznosila je 168,23 cm. U svim potomstvima F₂ generacije izmerene su niže prosečne vrednosti visine biljke u odnosu na F₁ generaciju i kretale su se od 133,67 cm kod ukrštanja Harkovski x Rodnik do 186,85 cm kod kombinacije Azovski x Lider. Prosečne izmerene vrednosti visine biljke u generacijama povratnih ukrštanja bile su u rasponu od 160,21 cm (BCP₁ Harkovski x Amaian) do 204,49 cm (BCP₁ Azovski x Lider) (Tab. 8).

Najniži koeficijent varijacije visine biljke izračunat je kod sorte Azovski (5,31%) što govori da je ova sorta bila najujednačenija u pogledu visine biljke, dok je najviši koeficijent varijacije kod roditeljskih komponenti izračunat kod sorte Kazački i iznosio je 7,56%. Koeficijenti varijacije F₁ potomstva su uglavnom bili niži nego kod roditelja. Najujednačenije F₁ potomstvo u pogledu visine biljke izmereno je u ukrštanju Rodnik x Amaian, a koeficijent varijacije je iznosio 3,47%. Najveće variranje visine biljke F₁ potomstva (7,50%) zabeleženo je u ukrštanju Harkovski x Rodnik. U svim potomstvima F₂ generacije koeficijenti varijacije su bili viši nego u F₁ generacijama, a najujednačenije u pogledu visine biljke bilo je F₂ potomstvo ukrštanja Azovski x Lider (6,25%). Vrednosti koeficijenta varijacije u potomstvima povratnih ukrštanja kretale su

se između 5,18% (BCP₁ Azovski x Rodnik) i 8,78% (BCP₁ Harkovski x Rodnik) (Tab. 8).

Tabela 8. Prosečne vrednosti, pokazatelji varijabilnosti i način nasleđivanja visine biljke suncokreta

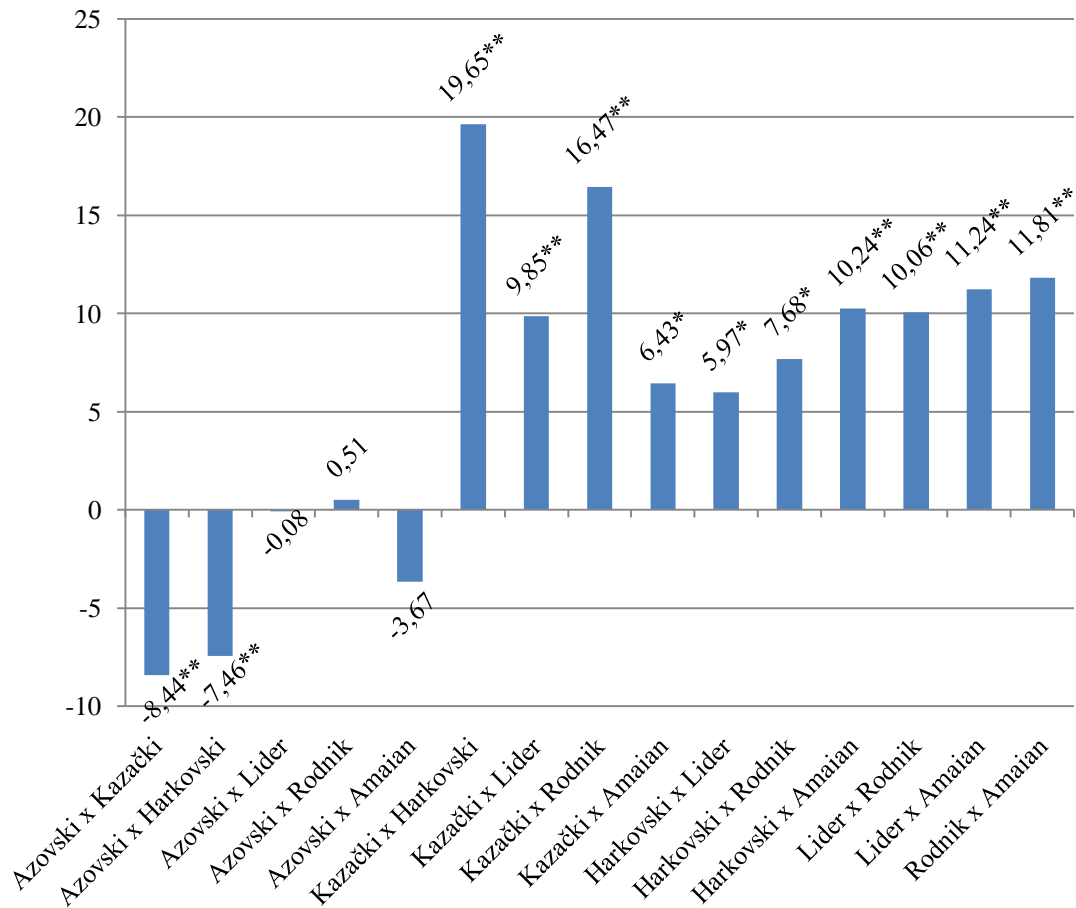
Azovski x Kazački	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	207,27	158,07	189,77ⁱ	163,77	201,01	189,93
SD ±	11,00	11,96	9,04	14,53	15,42	13,16
V (%)	5,31	7,56	4,77	8,87	7,67	6,93
Azovski x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	207,27	145,43	191,80^{pd+}	164,83	198,68	179,47
SD ±	11,00	7,86	10,20	16,48	16,37	10,02
V (%)	5,31	5,40	5,32	10,00	8,24	5,59
Azovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	207,27	174,30	207,10^{d+}	186,85	204,49	197,86
SD ±	11,00	11,54	11,06	11,68	11,39	11,62
V (%)	5,31	6,62	5,34	6,25	5,57	5,87
Azovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	207,27	159,73	208,33^{d+}	184,73	198,47	189,16
SD ±	11,00	10,60	10,56	14,37	10,27	11,95
V (%)	5,31	6,63	5,07	7,78	5,18	6,32
Azovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	207,27	155,87	199,67^{pd+}	149,71	192,71	175,20
SD ±	11,00	11,55	10,60	13,30	11,33	11,56
V (%)	5,31	7,41	5,31	8,88	5,88	6,60
Kazački x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	158,07	145,43	189,13^{sd+}	169,18	191,41	169,01
SD ±	11,96	7,86	9,50	13,80	10,97	12,13
V (%)	7,56	5,40	5,03	8,16	5,73	7,17
Kazački x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	158,07	174,30	191,47^{sd+}	171,46	188,20	194,01
SD ±	11,96	11,54	11,22	14,23	10,44	12,71
V (%)	7,56	6,62	5,86	8,30	5,55	6,55
Kazački x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	158,07	159,73	186,03^{sd+}	159,90	187,04	177,28
SD ±	11,96	10,60	11,36	12,95	12,28	12,16
V (%)	7,56	6,63	6,11	8,10	6,57	6,86
Kazački x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	158,07	155,87	168,23^{sd+}	142,24	170,87	173,80
SD ±	11,96	11,55	11,21	15,85	11,21	11,67
V (%)	7,56	7,41	6,66	11,14	6,56	6,72
Harkovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	145,43	174,30	184,70^{sd+}	157,31	167,20	185,88
SD ±	7,86	11,54	10,32	14,69	10,26	11,49
V (%)	5,40	6,62	5,59	9,34	6,13	6,18

Harkovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	145,43	159,73	172,00^{sd+}	133,67	163,49	170,42
SD ±	7,86	10,60	12,91	17,43	14,35	12,86
V (%)	5,40	6,63	7,50	13,04	8,78	7,55
Harkovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	145,43	155,87	171,83^{sd+}	148,68	160,21	161,82
SD ±	7,86	11,55	7,35	13,60	11,65	12,14
V (%)	5,40	7,41	4,28	9,15	7,27	7,50
Lider x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	174,30	159,73	191,83^{sd+}	168,09	183,74	178,60
SD ±	11,54	10,60	11,93	14,07	10,86	10,81
V (%)	6,62	6,63	6,22	8,37	5,91	6,05
Lider x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	174,30	155,87	193,90^{sd+}	173,97	184,89	183,79
SD ±	11,54	11,55	12,87	15,10	11,45	11,11
V (%)	6,62	7,41	6,64	8,68	6,19	6,04
Rodnik x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	159,73	155,87	178,60^{sd+}	152,95	178,01	174,36
SD ±	10,60	11,55	6,20	12,57	12,06	10,31
V (%)	6,63	7,41	3,47	8,22	6,78	5,91
lsd_{0,05}			9,31			
lsd_{0,01}			12,49			

Kao način nasleđivanja visine biljke u F₁ generaciji dominirala je superdominacija (sd⁺) jer se statistički visoko značajan heterozis u odnosu na boljeg roditelja ispoljio kod deset kombinacija ukrštanja. U nasleđivanju visine biljke parcijalna dominacija boljeg roditelja (pd⁺) zabeležena je kod dve kombinacije ukrštanja, dok se kod dve kombinacije ispoljila dominacija boljeg roditelja (d⁺). Intermedijarnost (i) kao način nasleđivanja visine biljke suncokreta utvrđena je jedino kod kombinacije Azovski x Kazački (Tab. 8). Slično rezultatima dobijenim u ovom istraživanju, u rezultatima istraživanja Giriraj i Virupakshappa (1992), Marinković i sar. (2002) i Gvozdrenović i sar. (2005) takođe se navodi da su najčešći načini nasleđivanja visine biljke bile superdominacija i dominacija. Vrednosti heterozisa za visinu biljke u odnosu na boljeg roditelja bile su u rasponu od -8,44% kod ukrštanja Azovski x Kazački do 19,65% kod ukrštanja Kazački x Harkovski.

Kod dvanaest ukrštanja izračunate su statistički visoko značajne vrednosti heterozisa za visinu biljke F₁ generacije u odnosu na srednju vrednost boljeg roditelja od kojih je kod ukrštanja Azovski x Kazački i Harkovski x Lider heterozis bio negativan i iznosio je -8,44%, odnosno -7,46%. Najviša vrednost heterozisa izračunata

je kod kombinacije Kazački x Harkovski (19,65%). Kod tri ukrštanja nije bilo statistički značajne razlike srednje vrednosti F₁ generacije u odnosu na srednju vrednost boljeg roditelja za visinu biljke (Graf. 5).



Grafikon 5. Heterozis (%) visine biljke F₁ generacije u odnosu na boljeg roditelja

6.1.5. Prečnik glave

Analizom varijanse nisu utvrđene statistički značajne razlike prečnika glave između roditeljskih sorti u ovom istraživanju (Tab. 9). Dobijeni rezultat ide u prilog činjenici da je uzimajući u obzir velik broj osobina koje se ispituju veoma teško pronaći roditelje koji će se razlikovati u svim osobinama

Tabela 9. Analiza varijanse prečnika glave roditeljskih sorti suncokreta

Izvor variranja	Df	SS	MS	F	F _(0,05)	F _(0,01)
Genotip	5	14,02	2,81	1,26	3,11	5,06
Pogreška	12	26,65	2,21			
Ukupno	17	40,67				

Sorte suncokreta koje su u ovom istraživanju korišćene kao roditelji odlikovale su se prosečnim vrednostima prečnika glave od 23,40 cm (Azovski), 20,63 cm (Kazački), 21,57 cm (Harkovski), 21,07 cm (Lider), 21,27 cm (Rodnik) i 21,23 cm (Amaian) (Tab. 10). Kod svih F₁ potomstava zabeleženi su manji prečnici glave nego kod roditelja, a vrednosti su bile u rasponu od 16,67 cm kod ukrštanja Lider x Amaian do 20,97 cm kod kombinacije Harkovski x Rodnik. Prosečne vrednosti dijametra glave u F₂ potomstvu kretale su se između 18,74 cm kod ukrštanja Azovski x Amaian i 22,49 cm kod kombinacije Harkovski x Lider. Najviši prosečan prečnik glave u potomstvu povratnih ukrštanja iznosio je 20,48 cm (BCP₂ Azovski x Rodnik), dok je najmanji prečnik glave iznosio 17,24 cm (BCP₁ Harkovski x Lider) (Tab. 10).

Varijabilnost prečnika glave izražena preko koeficijenta varijacije (V) kod roditeljskih sorti kretala se u rasponu od 15,62% kod sorte Azovski i 19,29% kod sorte Rodnik (Tab. 10). Najvećom varijabilnošću prečnika glave u F₁ generaciji odlikovalo se ukrštanje Kazački x Lider (17,84%), dok je najmanji koeficijent varijacije prečnika glave u F₁ generaciji imala kombinacija Azovski x Lider (9,46%). U svim F₂ potomstvima varijabilnost prečnika glave bila je izraženija u odnosu na roditelje i F₁ generaciju, što je i očekivano obzirom da je u toj generaciji najizraženija divergentnost potomstva. Vrednosti koeficijenta varijacije prečnika glave u F₂ generaciji bile su između 19,20% i 25,57%. U potomstvu povratnih ukrštanja najveća varijabilnost

prečnika glave iznosila je 24,58% (BCP₁ Harkovski x Rodnik), dok je najmanja vrednost koeficijenta varijacije iznosila 15,07% (BCP₁ Kazački x Harkovski) (Tab.10).

Tabela 10. Prosečne vrednosti, pokazatelji varijabilnosti, % heterozisa i način nasleđivanja prečnika glave suncokreta

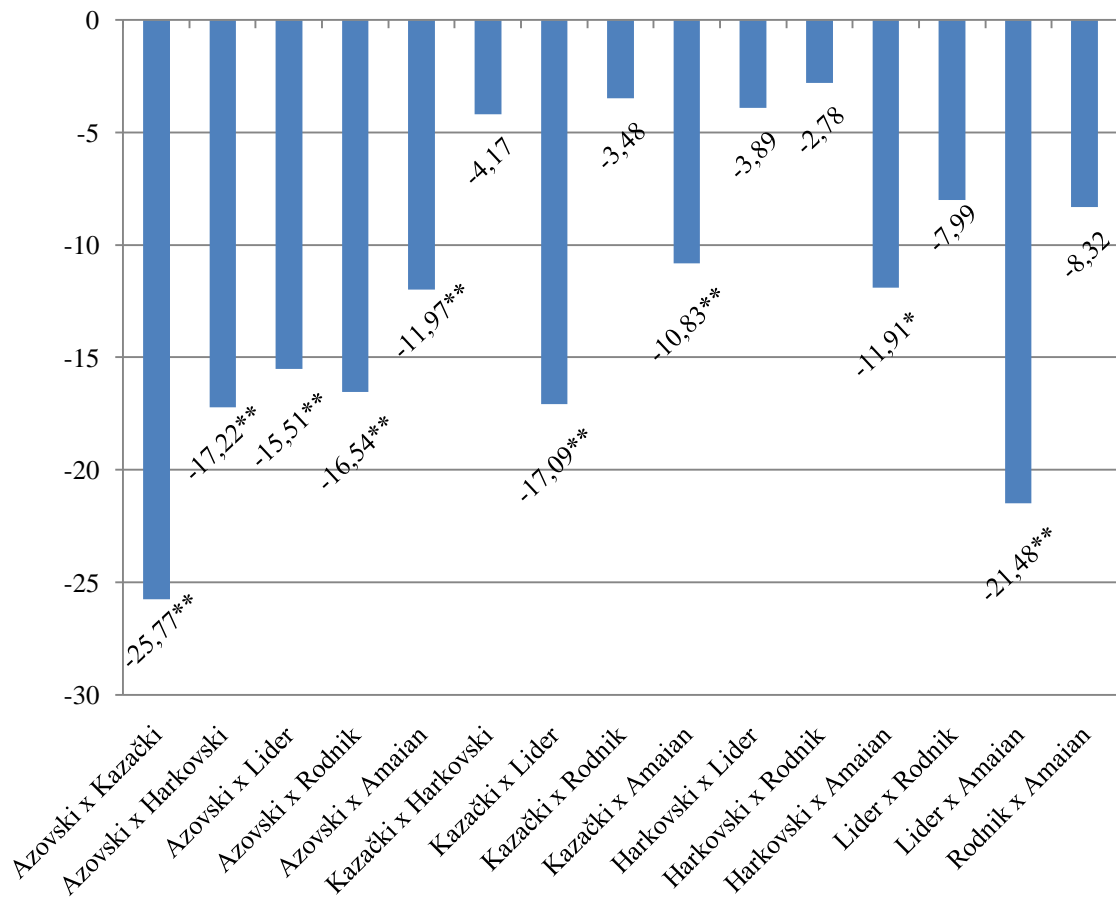
Azovski x Kazački	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	23,40	20,63	17,37^{sd-}	19,48	18,31	19,56
SD ±	3,65	3,35	2,95	4,40	3,22	3,79
V (%)	15,62	16,22	17,01	22,57	17,56	19,39
Azovski x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	23,40	21,57	19,37^{sd-}	19,79	17,84	18,14
SD ±	3,65	4,07	2,63	4,22	3,30	4,02
V (%)	15,62	18,85	13,59	21,34	18,50	22,14
Azovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	23,40	21,07	19,77^{d-}	19,00	18,37	18,98
SD ±	3,65	3,63	1,87	3,65	3,24	3,31
V (%)	15,62	17,23	9,46	19,20	17,62	17,44
Azovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	23,40	21,27	19,53^{d-}	20,97	18,12	20,48
SD ±	3,65	4,10	2,98	4,47	3,05	3,52
V (%)	15,62	19,29	15,25	21,30	16,84	17,18
Azovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	23,40	21,23	20,60^{d-}	18,74	18,48	18,48
SD ±	3,65	3,95	2,67	3,89	3,24	3,85
V (%)	15,62	18,58	12,98	20,75	17,55	20,83
Kazački x Harkovski	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	20,63	21,57	20,67	19,20	18,39	19,37
SD ±	3,35	4,07	2,92	4,20	2,77	3,96
V%	16,22	18,85	14,11	21,86	15,07	20,46
Kazački x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	20,63	21,07	17,47^{sd-}	20,78	18,70	19,40
SD ±	3,35	3,63	3,12	4,75	3,30	3,59
V (%)	16,22	17,23	17,84	22,88	17,67	18,52
Kazački x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	20,63	21,27	20,53	19,79	18,76	18,96
SD ±	3,35	4,10	2,98	4,60	3,15	3,71
V (%)	16,22	19,29	14,51	23,24	16,80	19,55
Kazački x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	20,63	21,23	18,93^{d-}	21,08	18,74	20,47
SD ±	3,35	3,95	2,95	5,28	3,70	4,08
V (%)	16,22	18,58	15,57	25,07	19,76	19,91
Harkovski x Lider	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	21,57	21,07	20,73	22,49	17,24	19,50
SD ±	4,07	3,63	2,16	5,05	3,46	3,84
V (%)	18,85	17,23	10,44	22,45	20,09	19,71

Harkovski x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	21,57	21,27	20,97	21,39	18,66	20,07
SD ±	4,07	4,10	2,09	5,47	4,59	4,44
V (%)	18,85	19,29	9,98	25,57	24,58	22,15
Harkovski x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	21,57	21,23	19,00^{sd-}	20,81	18,96	19,54
SD ±	4,07	3,95	2,21	4,25	4,19	3,27
V (%)	18,85	18,58	11,65	20,43	22,09	16,71
Lider x Rodnik	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	21,07	21,27	19,57	21,01	20,25	19,31
SD ±	3,63	4,10	2,81	4,51	3,87	3,73
V (%)	17,23	19,29	14,37	21,47	19,13	19,32
Lider x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	21,07	21,23	16,67^{sd-}	19,52	18,98	20,10
SD ±	3,63	3,95	2,02	4,02	3,78	3,70
V (%)	17,23	18,58	12,14	20,58	19,93	18,40
Rodnik x Amaian	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	BCP ₁	BCP ₂
\bar{x}	21,27	21,23	19,50	21,49	19,20	18,91
SD ±	4,10	3,95	3,17	4,88	4,13	4,36
V (%)	19,29	18,58	16,26	22,72	21,53	23,06
lsd_{0,05}	1,86					
lsd_{0,01}	2,49					

Kod pet kombinacija ukrštanja ispoljila se negativna superdominacija (sd⁻) kao način nasleđivanja prečnika glave što znači da se F₁ potomstvo u ovim ukrštanjima odlikovalo signifikantno nižim vrednostima prečnika glave u odnosu na lošijeg roditelja. Kod četiri kombinacije ukrštanja ispoljila se dominacija lošijeg roditelja (d⁻) kao način nasleđivanja prečnika glave suncokreta. Kod šest kombinacija ukrštanja nije postojala statistički značajna razlika prečnika glave kako između roditelja tako i između roditelja i F₁ generacije pa kod ovih kombinacija nije mogao biti utvrđen način nasleđivanja. Razlog ovakvog rezultata u nasleđivanju prečnika glave mogao bi se objasniti uskom genetičkom divergentnošću ove osobine sorti korišćenih u istraživanju. U istraživanju Marinković (1984) navodi da se u nekoliko slučajeva u nasleđivanju prečnika glave ispoljila superdominacija, iako nije bilo signifikantnih razlika između roditelja. Pozitivan heterozis, odnosno superdominaciju, kao način nasleđivanja prečnika glave navode i Joksimović i sar. (2000), Goksoy i sar. (2002), Hladni i sar. (2003).

Izračunate vrednosti heterozisa prečnika glave F₁ generacije u odnosu na boljeg roditelja bile su statistički visoko značajne ali negativne kod osam kombinacija i kretale

su se između -25,77% kod ukrštanja Azovski x Kazački i -10,83% kod ukrštanja Kazački x Amaian. Kod šest F₁ generacija nije bilo statističke značajnosti srednje vrednosti u odnosu na srednju vrednost boljeg roditelja za prečnik glave (Graf. 6).



Grafikon 6. Heterozis (%) visine biljke F₁ generacije u odnosu na boljeg roditelja

6.2. Kombinacione sposobnosti, komponente genetičke varijabilnosti i regresija

6.2.1. Prinos semena po biljci

Vrednosti kombinacionih sposobnosti (OKS i PKS) u cilju ocene efekata gena za prinos semena po biljci računane su na osnovu srednjih vrednosti roditelja i F_1 generacije.

Tabela 11. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za prinos semena po biljci suncokreta

Izvor	Df	SS	MS	F	F (0,05)	F (0,01)
OKS	5	2718,59	543,72	11,31**	2,45	3,51
PKS	15	2664,86	177,66	3,70**	1,94	2,55
Pogreška	40	1922,97	48,07			

Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti prinosa semena po biljci je pokazala statistički visoko značajne razlike u opštim (OKS) i posebnim (PKS) kombinacionim sposobnostima između roditelja korišćenih u ukrštanjima (Tab. 11). Obzirom da je vrednost sredine kvadrata OKS značajno veća od sredine kvadrata PKS može se smatrati da je u nasleđivanju prinosa semena po biljci značajniju ulogu imala aditivna komponenta u odnosu na neaditivnu. Putt (1966) i Sindagi i sar. (1979) utvrdili su da su opšte kombinacione sposobnosti za prinos semena kod suncokreta važnije od posebnih, ukazujući na veći značaj aditivne komponente genetičke varijanse u odnosu na neaditivnu. Nasuprot njima, značajniji uticaj neaditivne komponente genetičke varijanse u nasleđivanju prinosa semena po biljci suncokreta konstatovali su u istraživanjima brojni autori (Kovačik i Škaloud, 1972; Marinković, 1984; Pathak i sar., 1985; Mihaljčević, 1989; Joksimović, 1992; Marinković, 1993; Lande i sar., 1997; Bajaj i sar., 1997; Rather i sar., 1998; Kumar i sar., 1998; Goksoy i sar., 2000; Cecconi i sar., 2000; Chandra i sar., 2011; Andarkhor i sar., 2012; Jocić i sar., 2012). Karasu i sar. (2010) su analizom kombinacionih sposobnosti metodom linija x tester 5 inbred linija suncokreta u dvogodišnjem ispitivanju ustanovili da su jedne godine bili značajniji neaditivni, dok su naredne godine bili značajniji aditivni efekti gena.

Kod proučavanja pojedinih osobina prednost ima ona linija koja ima najveću OKS vrednost, bilo negativnu ili pozitivnu, što zavisi da li se ta osobina želi smanjiti ili povećati. Visoko značajna pozitivna OKS vrednost ustanovljena je kod sorte Azovski

pa se može konstatovati da pomenuta sorta predstavlja najboljeg opšteg kombinatora za unapređenje ove osobine, a što je potvrđeno i najvišim izmerenim prinosom semena u odnosu na druge roditeljske sorte. Roditeljske sorte Lider i Rodnik ispoljile su takođe pozitivne OKS vrednosti ali bez statističke značajnosti. Kod ostalih roditeljskih sorti Kazački, Harkovski i Amaian ustanovljeni su negativni OKS efekti (Tab. 12).

Značajna vrednost PKS efekta ustanovljena je samo kod kombinacije ukrštanja Kazački x Harkovski. Kod ostalih kombinacija ukrštanja vrednosti PKS efekata nisu bile statistički značajne, a kod pet ukrštanja utvrđene su negativne vrednosti PKS (Tab. 12).

Tabela 12. Efekti OKS (dijagonalno) i PKS (iznad dijagonale) za prinos semena po biljci suncokreta

Roditelji	Azovski	Kazački	Harkovski	Lider	Rodnik	Amaian
Azovski	13,62**	-21,39	-0,04	-1,83	-9,65	10,48
Kazački		-5,83	17,59*	-10,48	3,22	1,92
Harkovski			-3,78	13,45	11,96	1,26
Lider				3,81	14,29	-14,33
Rodnik					1,61	5,52
Amaian						-9,43

LSD_{0,05} OKS= 7,00

LSD_{0,05} PKS= 17,16

LSD_{0,01} OKS= 9,37

LSD_{0,01} PKS= 22,96

Analizom komponenata genetičke varijabilnosti vidi se da je dominantna komponenta (H_1 i H_2) veća od aditivne (D) što govori da najveći deo genetičke varijabilnosti u nasleđivanju prinosa semena po biljci čini neaditivna komponenta (Tab. 13).

Prema izračunatoj F vrednosti koja je pozitivna možemo zaključiti da su u nasleđivanju prinosa semena po biljci dominantni geni preovlašivali u odnosu na recesivne što potvrđuju i izračunate frekvencije dominantnih (u) i recesivnih (v) gena. Ovome u prilog ide i izračunata vrednost odnosa $H_2/4H_1=0,17$ koja ukazuje na nejednaku zastupljenost dominantnih i recesivnih gena kod roditelja. Iz odnosa K_D/K_R koji je veći od jedinice takođe se vidi da su dominantni geni preovlašivali u odnosu na recesivne u nasleđivanju prinosa semena po biljci (Tab. 13).

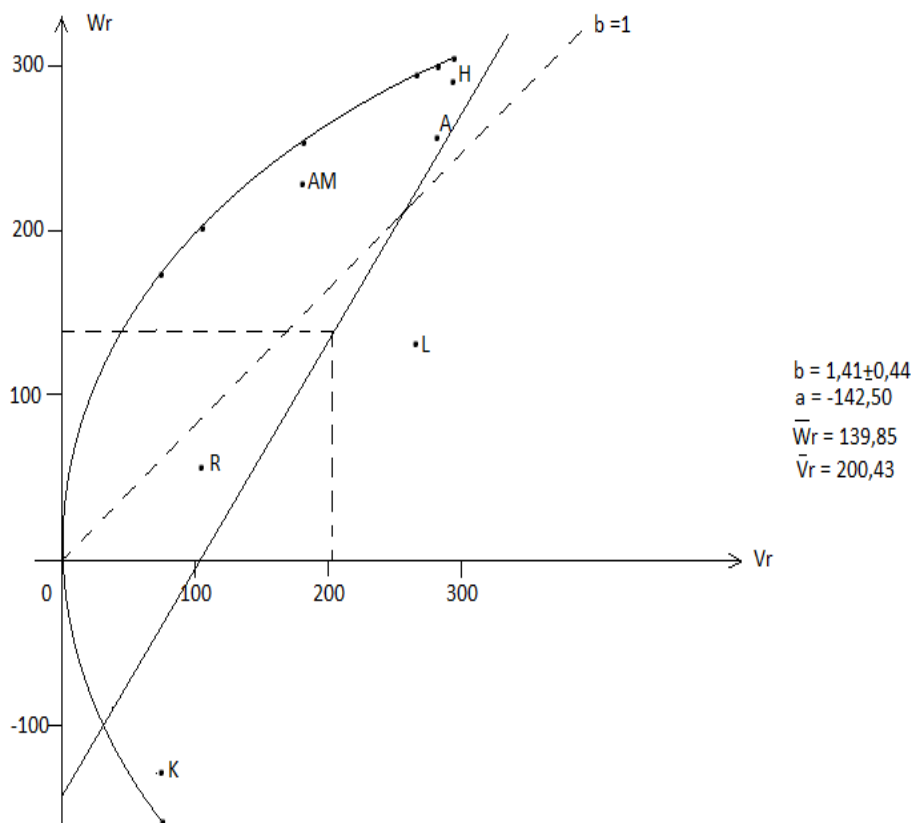
Prosečan stepen dominacije ($\sqrt{H_1/D}$) veći je od jedinice i ukazuje na pojavu superdominacije u nasleđivanju prinosa semena po biljci, uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja (Tab. 13).

Tabela 13. Komponente genetičke varijabilnosti za prinos semena po biljci suncokreta

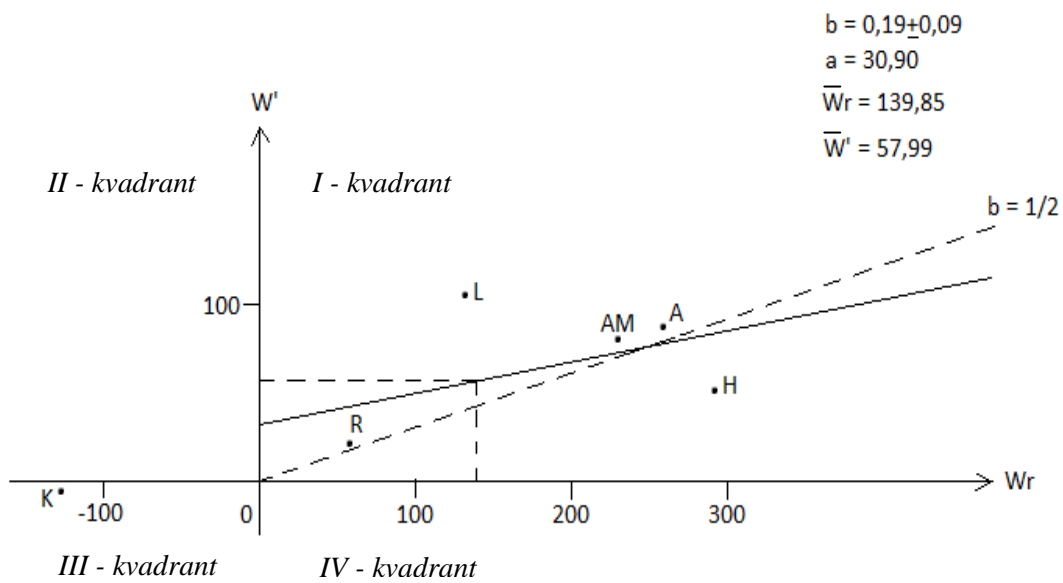
Komponente	Vrednost
D	535,98
H ₁	698,17
H ₂	473,63
F	544,60
E	48,07
u	0,78
v	0,22
H ₂ /4H ₁	0,17
$\sqrt{H_1/D}$	1,14
K _D /K _R	2,60

Regresionom analizom nije utvrđeno prisustvo interalelne interakcije u nasleđivanju prinosa semena po biljci obzirom da je utvrđeno da se koeficijent regresije nije značajnije razlikovao od jedinice ($b=1,41 \pm 0,44$). Na VrWr grafikonu očekivana linija regresije seče Wr osu ispod koordinatnog početka što predstavlja superdominaciju u nasleđivanju prinosa semena. Nijedna roditeljska sorta nije na mestu preseka limitirajuće parabole i očekivane linije regresije što govori da su sadržale nejednak broj dominantnih i recesivnih gena u pogledu prinosa semena po biljci (Graf. 7). Najviše dominantnih gena poseduje sorta Rodnik obzirom na najmanju udaljenost od koordinatnog početka. Nasuprot tome broj recesivnih gena bio je najveći kod sorte Harkovski (Graf. 7).

Redosled tačaka dijagrama rasturanja na WrW' grafikonu je isti kao i na VrWr grafikonu ali se razlikuje položaj pojedinih tačaka u odnosu na liniju regresije (Graf. 8). Promena ovakvog tipa indicira na pojavu interalelne interakcije ali testiranjem koeficijenta regresije ista nije ustanovljena. Na grafikonu 8 je uočljivo da se sorta Kazački nalazi u trećem kvadrantu WrW' grafika što znači da je bila superdominantna u pogledu prinosa semena po biljci.



Grafikon 7. Regresiona analiza $VrWr$ za prinos semena po biljci suncokreta



Grafikon 8. Regresiona analiza WrW' za prinos semena po biljci suncokreta

6.2.2. Masa 1000 semena

Analizom varijanse opštih (OKS) i posebnih (PKS) kombinacionih sposobnosti utvrđene su statistički visoko značajne vrednosti što govori da i aditivni i neaditivni efekti gena imaju značajnu ulogu u nasleđivanju mase 1000 semena (Tab. 14). Iz odnosa sredine kvadrata (MS) OKS i PKS možemo zaključiti da aditivni efekti gena imaju preovlađujuću ulogu u nasleđivanju mase 1000 semena (Tab. 14). U saglasnosti sa našim su i rezultati drugih autora (Rao i Singh, 1977; Sindagi i sar., 1979; Marinković, 1984). Značajan uticaj aditivne komponente genetičke varijanse utvrdili su i Bajaj i sar. (1997) i Jocić (2002). Značajnost aditivne i značajniji uticaj neaditivne komponente genetičke varijanse u nasleđivanju mase 1000 semena saopštili su Marinković i Škorić (1985), Kumar i sar. (1998), Sassikumar i sar. (1999), Goksoy i sar. (1999).

Tabela 14. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za masu 1000 semena suncokreta

Izvor	Df	SS	MS	F	F (0,05)	F (0,01)
OKS	5	508,76	101,75	15,73**	2,45	3,51
PKS	15	291,81	19,45	3,01**	1,94	2,55
Pogreška	40	258,70	6,47			

Pojedinačnom analizom opštih kombinacionih sposobnosti možemo zaključiti da je najbolji opšti kombinator sorta Azovski obzirom na statistički visoko signifikantnu vrednost OKS. Statistički značajnom OKS vrednošću odlikovala se i sorta Kazački, dok su se kod ostalih roditeljskih sorti nisu ispoljile statistički značajne OKS vrednosti (Tab. 15).

Vrednosti posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS) nisu bile statistički značajne, a kod sedam kombinacija ukrštanja efekti su bili negativni (Tab. 15). Najvišu vrednost PKS efekta ostvarila je kombinacija ukrštanja Kazački x Harkovski (5,06), ali bez statističke značajnosti.

Tabela 15. Efekti OKS (dijagonalno) i PKS (iznad dijagonale) za masu 1000 semena suncokreta

Roditelji	Azovski	Kazački	Harkovski	Lider	Rodnik	Amaian
Azovski	4,37**	0,44	0,59	2,63	-4,20	0,23
Kazački		3,39*	5,06	-2,17	-0,70	-9,89
Harkovski			-0,54	4,06	2,78	-1,36
Lider				-1,24	2,25	-3,03
Rodnik					-0,40	-0,09
Amaian						-5,57

LSD_{0,05} OKS= 2,57

LSD_{0,05} PKS= 6,30

LSD_{0,01} OKS= 3,44

LSD_{0,01} PKS= 8,42

Iz analize komponenata genetičke varijabilnosti može se doneti zaključak da neaditivni efekti gena imaju značajniju ulogu u nasleđivanju mase 1000 semena obzirom da je dominantna komponenta (H_1 i H_2) veća od aditivne (D) (Tab. 16). Dominantni geni imaju značajniju ulogu u odnosu na recesivne u nasleđivanju mase 1000 semena obzirom na pozitivnu F vrednost. Sa navedenim parametrima u saglasnosti su i izračunate frekvencije dominantnih (u) i recesivnih (v) gena gde je uočljiva značajno veća frekvencija dominantnih gena (Tab. 16).

Iz odnosa $H_2/4H_1 = 0,15$ možemo zaključiti da je zastupljenost dominantnih i recesivnih gena kod roditelja bila nejednaka, a tumačenjem odnosa ukupnog broja dominantnih i recesivnih gena (K_D/K_R) kod svih roditelja koji je veći od jedinice potvrđuje se veća zastupljenost dominantnih gena u nasleđivanju mase 1000 semena (Tab. 16).

Vrednost prosečnog stepena dominacije $\sqrt{H_1/D}$ veća je od jedinice i iznosi 1,29 što govori da se u nasleđivanju mase 1000 semena radi o superdominaciji uzimajući u obzir sve kombinacije ukrštanja (Tab. 16).

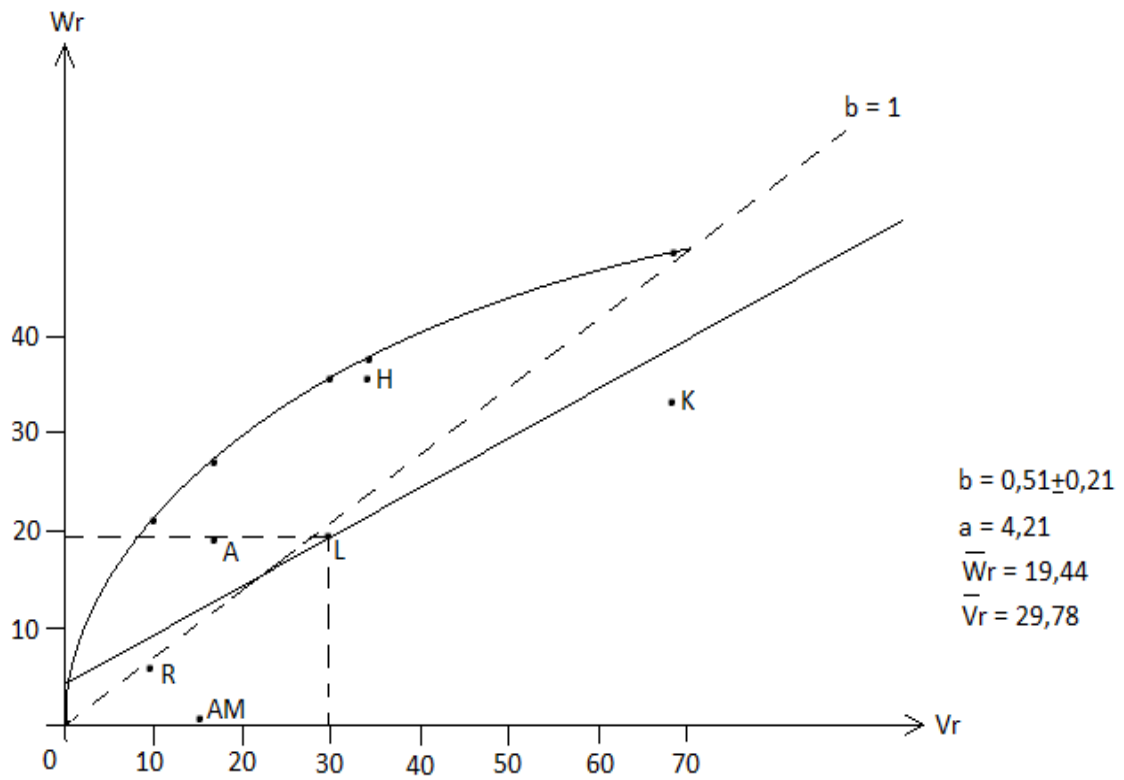
Tabela 16. Komponente genetičke varijabilnosti za masu 1000 semena suncokreta

Komponente	Vrednost
D	46,71
H ₁	77,28
H ₂	47,57
F	19,96
E	6,47
u	0,81
v	0,19
H ₂ /4H ₁	0,15
$\sqrt{H_1/D}$	1,29
K _D /K _R	1,40

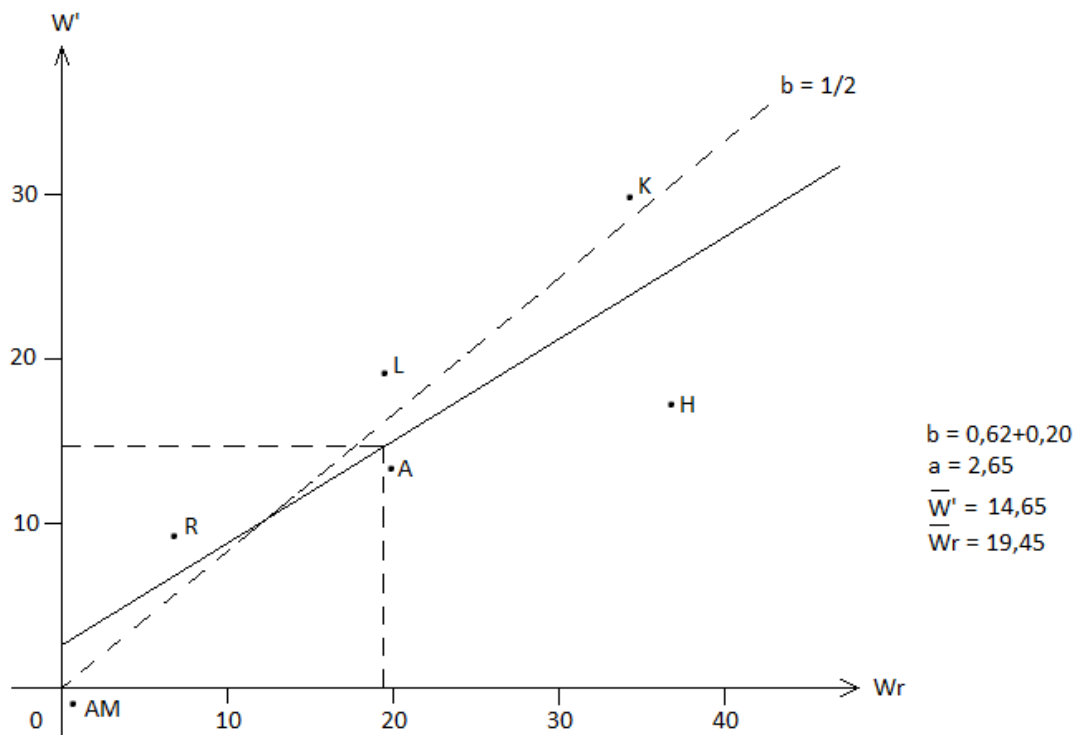
Regresionom analizom VrWr mase 1000 semena suncokreta nije utvrđeno prisustvo epistaze jer se koeficijent regresije (b) nije značajno razlikovao od jedinice. Očekivana linija regresije seče Wr osu iznad koordinatnog početka (pozitivna vrednost parametra "a") i ukazuje na parcijalnu dominaciju u nasleđivanju mase 1000 semena (Graf. 9). Prema rasporedu tačaka dijagrama rasturanja uočljivo je da su dominantni i recesivni geni različito zastupljeni kod roditelja. Najviše dominantnih genan za masu 1000 semena poseduju sorte Rodnik i Amaian jer su najbliže koordinatnom početku, dok najviše recesivnih gena poseduje sorta Kazački jer je tačka koja njoj odgovara najudaljenija od kordinatnog početka (Graf. 9).

Redosled i položaj tačaka dijagrama rasturanja u odnosu na liniju na WrW' grafikonu nije identičan kao na VrWr grafikonu (Graf. 10). Ovakva promena mesta i položaja tačaka koje predstavljaju roditeljske sorte ukazuje na pojavu interalelne interakcije, odnosno epistaze, ali testiranjem koeficijenta regresije (b) nije utvrđeno prisustvo epistaze jer je izračunata vrednost ($t = 2,377$) manja od kritičnih u tablicama t-distribucije ($t_{0,05(4)} = 2,766$; $t_{0,01(4)} = 4,604$).

Nijedna roditeljska sorta nije bila superdominantna u pogledu mase 1000 semena obzirom da se nijedna ne nalazi u trećem kvadrantu WrW' grafikona (Graf. 10).



Grafikon 9. Regresiona analiza VrWr mase 1000 semena suncokreta



Grafikon 10. Regresiona analiza $W_r W'$ mase 1000 semena suncokreta

6.2.3. Sadržaj ulja

Analizom varijanse kombinacionih sposobnosti za sadržaj ulja utvrđeno je postojane statistički visoko značajnih vrednosti za OKS i PKS što znači da i aditivni i neaditivni geni imaju važnu ulogu u nasleđivanju sadržaja ulja u semenu. Iz međusobnog odnosa sredine kvadrata OKS i PKS može se zaključiti da je neaditivna komponenta bila veća od aditivne (Tab. 17). Suprotno ovom istraživanju, u ranijim istraživanjima Fick (1975), Sindagi i sar. (1979) i Marinković (1984) utvrđena je predominantna uloga aditivnog delovanja gena.

Tabela 17. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za sadržaj ulja u semenu suncokreta

Izvor	Df	SS	MS	F	F (0,05)	F (0,01)
OKS	5	27,61	5,52	7,01**	2,45	3,51
PKS	15	90,41	6,03	7,65**	1,94	2,55
Pogreška	40	31,51	0,79			

Analizom opštih kombinacionih sposobnosti, roditeljskih sorti korišćenih u istraživanju, utvrđeno je da su pozitivne vrednosti imale sorte Harkovski, Lider i Rodnik. Međutim, obzirom da je samo kod sorte Rodnik utvrđena statistički značajna OKS vrednost ona se može smatrati najboljim opštim kombinatorom od pomenutih sorti koja bi se mogla koristiti u oplemenjivačkom programu u cilju poboljšanja ove osobine (Tab. 18). Od 15 kombinacija ukrštanja statistički značajne vrednosti PKS efekata utvrđene su kod ukrštanja Azovski x Kazački, Azovski x Harkovski i Harkovski x Amaian. Kod ostalih 12 kombinacija nisu ustanovljene statistički značajne PKS vrednosti. (Tab. 18).

Tabela 18. Efekti OKS (dijagonalno) i PKS (iznad dijagonale) za sadržaj ulja u semenu suncokreta

Roditelji	Azovski	Kazački	Harkovski	Lider	Rodnik	Amaian
Azovski	-0,57	2,60*	2,37*	-0,39	1,96	1,57
Kazački		-1,19	1,41	-0,08	-1,04	0,62
Harkovski			0,04	0,32	0,25	2,55*
Lider				0,89	1,76	1,43
Rodnik					0,95*	1,58
Amaian						-0,12

LSD_{0,05} OKS= 0,90

LSD_{0,05} PKS= 2,20

LSD_{0,01} OKS= 1,20

LSD_{0,01} PKS= 2,94

Analiza komponenata genetičke varijabilnosti pokazala je da je dominantna komponenta (H_1 i H_2) veća od aditivne što govori da neaditivni efekti gena imaju važniju ulogu u nasleđivanju sadržaja ulja u semenu u odnosu na aditivne (Tab. 19).

Izračunata vrednost F je pozitivna što ukazuje da u nasleđivanju sadržaja ulja u semenu preovlađuju dominantni u odnosu na recesivne gene. Ovu konstataciju potvrđuju i izračunate frekvencije dominantnih (u) i recesivnih gena (v) gde se vidi da je frekvencija dominantnih gena skoro dva puta veća (Tab. 19).

Dominantni (u) i recesivni (v) geni nisu bili podjednako raspoređeni kod roditelja što potvrđuje odnos $H_2/4H_1 = 0,22$, a odnos ukupnog broja dominantnih prema recesivnim genima (K_D/K_R) kod svih roditelja veći je od 1 što takođe potvrđuje preovlađivanje dominantnih gena (Tab. 19).

Iz odnosa $\sqrt{H_1/D}$ koji predstavlja prosečan stepen dominacije može se zaključiti da se u nasleđivanju sadržaja ulja u semenu u F_1 generaciji ispoljila superdominacija uzevši u obzir sve hibridne kombinacije (Tab. 19).

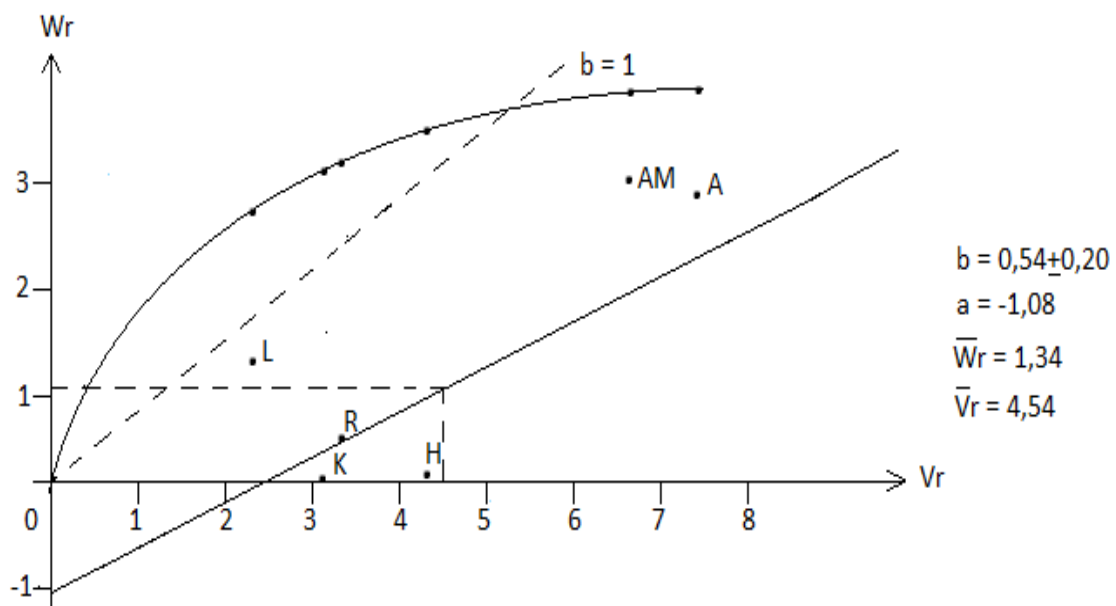
Tabela 19. Komponente genetičke varijabilnosti za sadržaj ulja u semenu suncokreta

Komponente	Vrednost
D	4,17
H_1	15,64
H_2	14,02
F	3,49
E	0,79
U	0,66
V	0,34
$H_2/4H_1$	0,22
$\sqrt{H_1/D}$	1,94
K_D/K_R	1,55

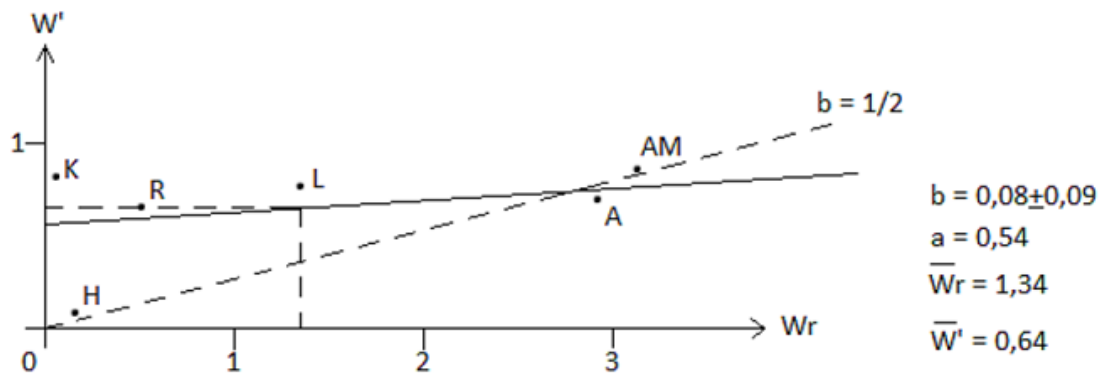
Regresionom analizom VrWr sadržaja ulja u semenu suncokreta nije otkrivena interalelna interakcija jer je testiranjem utvrđeno da se koeficijent regresije nije značajno razlikovao od jedinice ($b \pm sb = 0,54 \pm 0,20$). Imajući u vidu da je vrednost parametra "a" negativna, očekivana linija regresije seče Wr osu ispod koordinatnog početka što ukazuje na pojavu superdominacije u nasleđivanju sadržaja ulja (Graf. 11). Nijedna roditeljska sorta nije nosilac samo dominantnih i samo recesivnih gena već su geni nejednako raspoređeni što potvrđuje da se nijedna tačka dijagrama rasturanja ne nalazi na mestu preseka očekivane linije regresije i limitirajuće parabole. Najviše recesivnih gena imale su sorte Azovski i Amaian obzirom na najveću udaljenost njihovih tačaka od koordinatnog početka, dok je sorta Lider imala najveći broj dominantnih gena.

Raspored i položaj tačaka na WrW' grafikonu nije istovetan sa VrWr grafikonom (Graf. 12). Naime, ovakva promena rasporeda i položaja tačaka u odnosu na liniju regresije ukazuje na prisustvo interalelne interakcije ali testiranjem vrednosti

koeficijenta regresije (b) to nije utvrđeno. Nijedna roditeljska sorta pojedinačno nije pokazala superdominaciju u pogledu sadržaja ulja, obzirom da se nijedna ne nalazi u trećem kvadrantu WrW' grafikona (Graf. 12).



Grafikon 11. Regresiona analiza VrWr sadržaja ulja u semenu suncokreta



Grafikon 12. Regresiona analiza $W_r W'$ za sadržaj ulja u semenu suncokreta

6.2.4. Visina biljke

Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti visine biljke je pokazala statistički visoku značajnost aditivnih i neaditivnih efekata gena u nasleđivanju ove osobine, a iz odnosa sredine kvadrata OKS/PKS koji je znatno veći od jedinice može se zaključiti da geni sa aditivnim efektom imaju predominantnu ulogu u nasleđivanju visine biljke (Tab. 20). Ispitujući kombinacione sposobnosti inbred linija suncokreta metodom linija x tester Ćirić i sar. (2013) navode da su u nasleđivanju visine biljke neaditivni efekti imali značajniju ulogu.

Tabela 20. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za visinu biljke suncokreta

Source	Df	SS	MS	F	F (0,05)	F (0,01)
OKS	5	3758,54	751,71	70,75**	2,45	3,51
PKS	15	2626,22	175,08	16,48**	1,94	2,55
Pogreška	40	424,98	10,62			

Pojedinačnim analiziranjem kombinacionih sposobnosti utvrđeno je da su kod sorti Azovski i Lider zabeležene statistički visoko značajne vrednosti opštih kombinacionih sposobnosti (Tab. 21). Kod sorti Kazački, Harkovski, Rodnik i Amaian zabeležene su negativne vrednosti opštih kombinacionih sposobnosti. Imajući u vidu da je u pitanju osobina visina biljke Gvozdenović i sar. (2005) i Khan i sar. (2009) smatraju da prednost treba dati linijama i kombinacijama sa negativnim vrednostima kombinacionih sposobnosti. Marinković i sar. (2002) smatraju da smanjena visina biljaka ima prednosti kao što je otpornost na poleganje u regionima sa jakim vetrovima i obilnim padavinama, a Schneiter (1992) i Velasco i sar. (2003) navode da genotipovi niže stabljike imaju sličan potencijal za prinos kao i genotipovi više stabljike.

Statistički visoko značajne PKS vrednosti ustanovljene su kod kombinacija Kazački x Harkovski, Azovski x Rodnik i Lider x Amaian, dok su kod ukrštanja Kazački x Lider i Kazački x Rodnik utvrđeni statistički značajni PKS efekti. Negativnom vrednošću PKS efekata, bez statističke značajnosti, odlikovala su se ukrštanja Azovski x Kazački i Kazački x Amaian (Tab. 21).

Tabela 21. Efekti OKS (dijagonalno) i PKS (iznad dijagonale) za visinu biljke suncokreta

Roditelji	Azovski	Kazački	Harkovski	Lider	Rodnik	Amaian
Azovski	17,02**	-5,12	1,97	2,61	11,51**	6,88
Kazački		-4,28	20,61**	8,28*	10,51*	-3,25
Harkovski			-9,34	6,57	1,54	5,41
Lider				5,32**	6,71	12,81**
Rodnik					-2,34	5,18
Amaian						-6,38

LSD_{0,05} OKS= 3,29

LSD_{0,05} PKS= 8,07

LSD_{0,01} OKS= 4,41

LSD_{0,01} PKS= 10,80

Analizom komponenata genetičke varijanse utvrđen je veći udeo aditivne (D) komponente, obzirom na veću vrednost u odnosu na dominantne (H₁ i H₂) komponente (Tab. 22).

Iz interakcije aditivni x dominantni efekat (F) zaključuje se da u ekspresiji ove osobine veći udeo imaju dominantni u odnosu na recesivne alele. Ovu konstataciju potvrđuju i izračunate frekvencije dominantnih (u) i recesivnih (v) alela (Tab. 22).

Prosečan stepen dominacije $\sqrt{H_1/D}$ koji je manji od jedinice govori da se u nasleđivanju visine biljke radi o parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije urštanja (Tab. 22).

Dominantni (u) i recesivni (v) geni nisu bili jednako raspoređeni kod roditelja ($H_2/4H_1=0,24$), a iz odnosa ukupnog broja dominantnih i recesivnih gena (K_D/K_R), koji je veći od jedinice, može se konstatovati da ispitivani roditelji poseduju više dominantnih gena (Tab. 22).

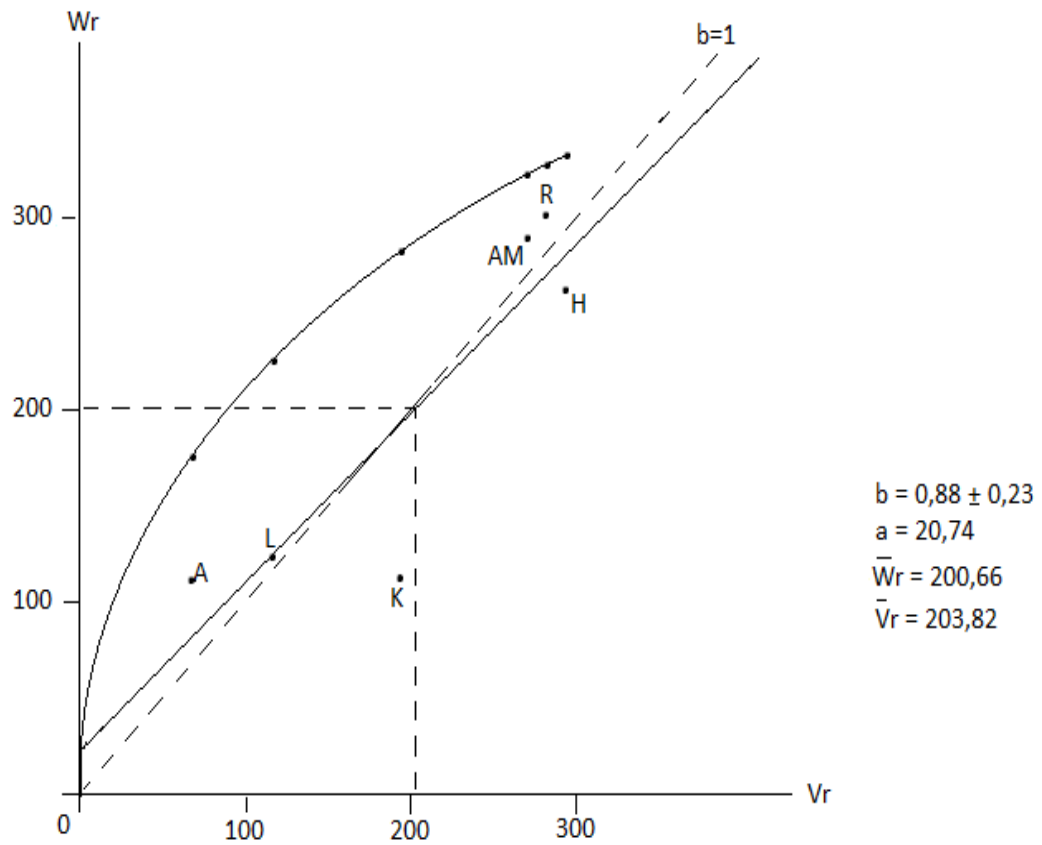
Tabela 22. Komponente genetičke varijabilnosti za visinu biljke suncokreta

Komponente	Vrednost
D	468,60
H ₁	463,55
H ₂	446,64
F	141,65
E	10,63
u	0,60
v	0,40
H ₂ /4H ₁	0,24
$\sqrt{H_1/D}$	0,99
K _D /K _R	1,36

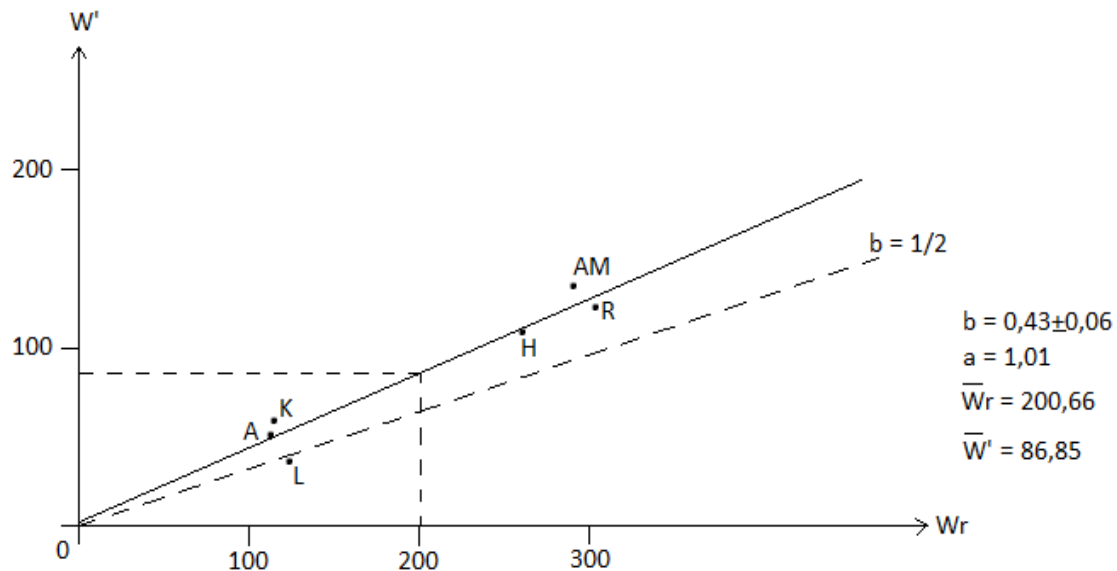
Regresija VrWr nije se značajno razlikovala od jedinice ($b \pm sb = 0,88 \pm 0,23$; $t_{(4)} = p < 0,05$). Presek očekivane linije regresije sa Wr osom govori da se u načinu nasleđivanja visine biljke radi o parcijalnoj dominaciji, obzirom da se presek nalazi iznad koordinatnog početka (Graf. 13). Raspored tačaka dijagrama rasturanja daje informacije o genetičkoj divergentnosti roditelja. Obzirom da se nijedna tačka ne nalazi na mestu preseka linije regresije i limitirajuće parabole znači da se ni kod jednog roditelja ne nalaze svi dominantni ili svi recesivni geni. Tačke bliže koordinatnom početku ukazuju na roditelje sa većim brojem dominantnih gena. Na grafikonu 1 je uočljivo da najviše dominantnih gena poseduje sorta Azovski, dok su se sorte Harkovski, Rodnik i Amaian odlikovale najvećom varijansom (Vr) i kovarijansom (Wr) što znači da su imale najviše recesivnih gena za visinu biljke (Graf. 13).

Na WrW' grafikonu je uočljivo da se nijedna sorta ne nalazi u trećem kvadrantu što znači da nijedna od ispitivanih sorti nije super dominantna u pogledu visine biljke.

Raspored tačaka rasturanja na WrW' grafikonu sličan je rasporedu na $VrWr$ grafikonu (Graf. 14).



Grafikon 13. Regresiona analiza $VrWr$ za visinu biljke suncokreta



Grafikon 14. Regresiona analiza $W_r W'$ za visinu biljke suncokreta

6.2.5. Prečnik glave

Imajući u vidu da je OKS vrednost pokazatelj aditivne genetičke varijanse, a PKS neaditivne (Griffing, 1956; Falconer, 1967), prema analizi varijanse kombinacionih sposobnosti F_1 generacije obe komponente genetičke varijanse imale su značajnu ulogu u nasleđivanju prečnika glave. Iz odnosa sredine kvadrata OKS/PKS koji je manji od jedinice može se zaključiti da je veću važnost imala dominantna komponenta genetičke varijanse u nasleđivanju prečnika glave (Tab. 23). Navedeni rezultat ukazuje da u oplemenjivanju prečnika glave treba koristiti efekte dominacije i

superdominacije. Ispitujući kombinacione sposobnosti inbred linija suncokreta Manivannan i sar. (2005), Karasu i sar. (2010) i Kang i sar. (2013) takođe ističu značajniji efekat dominacije u nasleđivanju prečnika glave suncokreta.

Tabela 23. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za prečnik glave suncokreta

Izvor	Df	SS	MS	F	F (0,05)	F (0,01)
OKS	5	8,67	1,73	4,10**	2,45	3,51
PKS	15	40,29	2,69	6,35**	1,94	2,55
Pogreška	40	16,92	0,42			

Analizirajući OKS i PKS efekte pojedinačno po sortama i kombinacijama ukrštanja nisu utvrđene statističke značajnosti što znači da među ispitivanim sortama i kombinacijama ukrštanja nije bilo onih koje bi značajnije uticale na unapređenje ove osobine. Pozitivne OKS vrednosti imale su sorte Azovski, Harkovski i Rodnik. Sorte Kazački, Lider i Amaian odlikovale su se negativnim OKS vrednostima (Tab. 24). Čak deset kombinacija ukrštanja odlikovalo se negativnim PKS vrednostima. Najvišu PKS vrednost imala je kombinacija Harkovski x Lider koja je potvrdila rezultate ranijih istraživanja Marinković (1984) i Hladni i sar. (2000) da ukrštanja sa visokim PKS vrednostima uključuju jednog roditelja sa visokim i jednog roditelja sa niskim OKS vrednostima za analiziranu osobinu.

Tabela 24. Efekti OKS (dijagonalno) i PKS (iznad dijagonale) za prečnik glave suncokreta

Roditelji	Azovski	Kazački	Harkovski	Lider	Rodnik	Amaian
Azovski	0,44	-2,60	-1,55	-0,21	-1,23	0,52
Kazački		-0,46	0,65	-1,61	0,67	-0,25
Harkovski			0,49	0,70	0,15	-1,14
Lider				-0,45	-0,31	-2,53
Rodnik					0,34	-0,48
Amaian						-0,35

LSD_{0,05} OKS= 0,66

LSD_{0,05} PKS= 1,61

LSD_{0,01} OKS= 0,88

LSD_{0,01} PKS= 2,15

Komponente genetičke varijabilnosti su u saglasnosti sa analizom varijanse kombinacionih sposobnosti jer je dominantna komponenta (H_1 i H_2) veća od aditivne (D) što takođe govori o većem značaju dominantne komponente u genetičkoj varijansi (Tab. 25).

Vrednost interakcije aditivni x dominantni efekat (F) je pozitivna i upućuje na veći udeo dominantnih alela u nasleđivanju prečnika glave (Tab. 25). Izračunate frekvencije dominantnih (u) i recesivnih (v) alela takođe upućuju na veću ulogu dominantnih alela u ekspresiji prečnika glave. Iz odnosa $H_2/4H_1 = 0,22$ uočljivo je da dominantni (u) i recesivni (v) geni nisu bili podjednako raspoređeni kod roditelja, a odnos ukupnog broja dominantnih i recesivnih gena (K_D/K_R) koji je veći od jedinice takođe potvrđuje preovlađujuću ulogu dominantnih gena (Tab. 25).

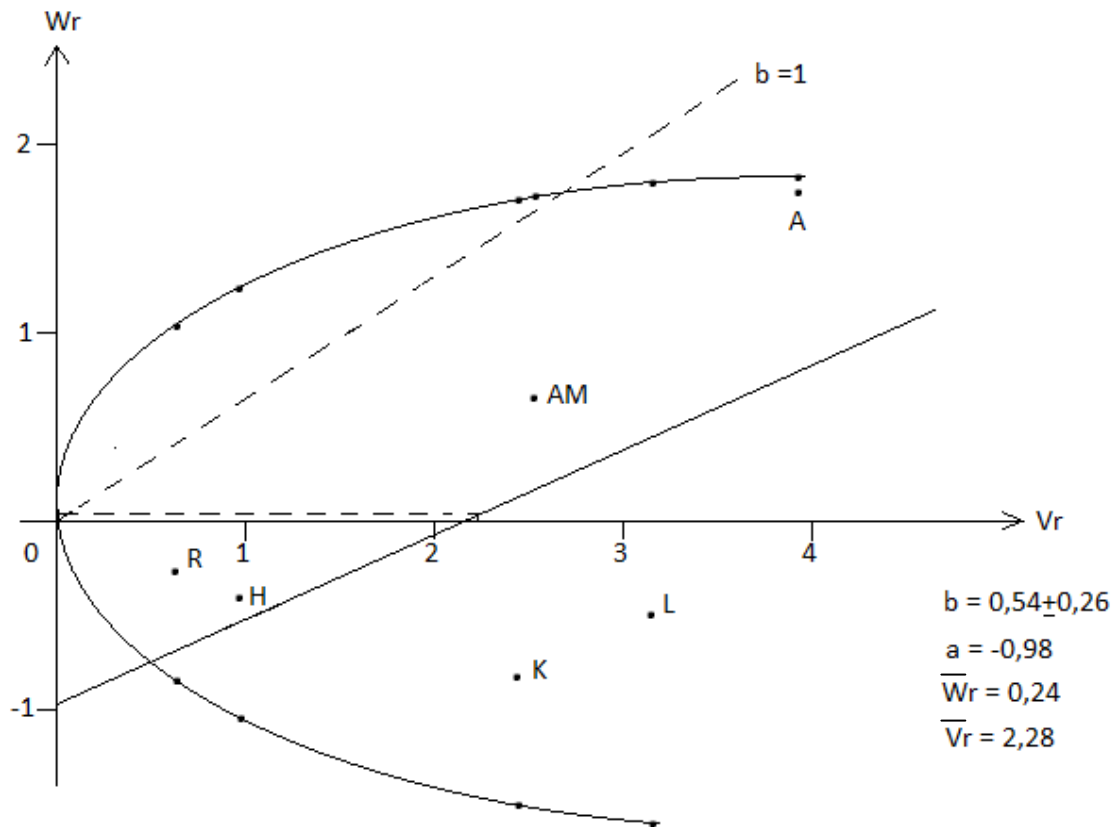
Prosečan stepen dominacije $\sqrt{H_1/D}$ ima veću vrednost od jedinice što podrazumeva pojavu superdominacije u nasleđivanju prečnika glave u F_1 generaciji, uzimajući u obzir sve kombinacije ukrštanja (Tab. 25).

Tabela 25. Komponente genetičke varijabilnosti za prečnik glave suncokreta

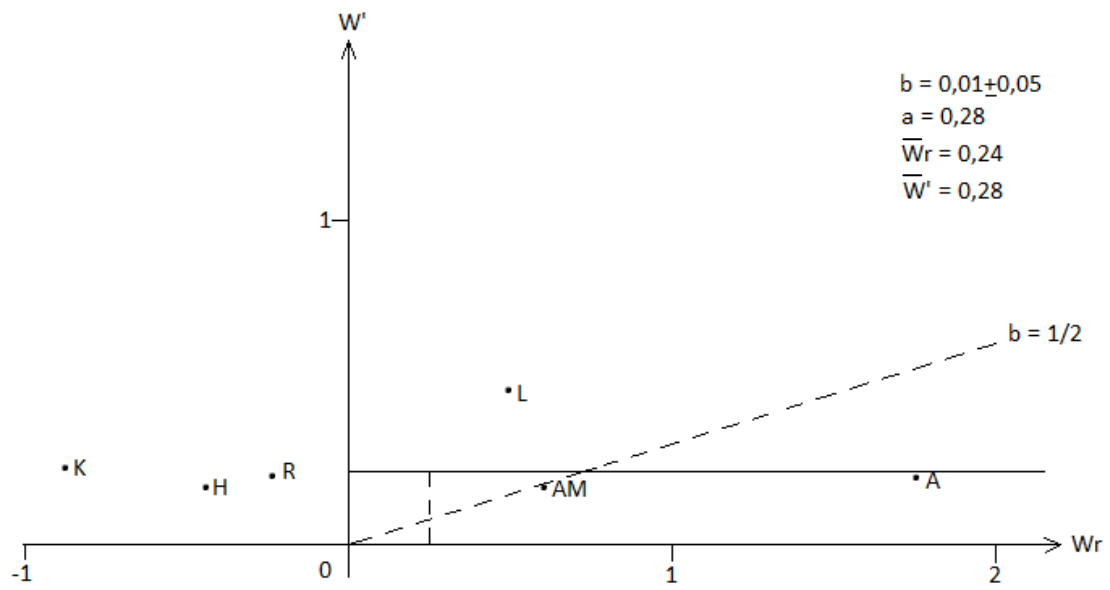
Komponente	Vrednost
D	0,51
H_1	7,97
H_2	7,14
F	0,36
E	0,42
u	0,66
v	0,34
$H_2/4H_1$	0,22
$\sqrt{H_1/D}$	3,95
K_D/K_R	1,19

Testiranjem koeficijenta regresije (b) utvrđeno je da se regresija $VrWr$ nije značajno razlikovala od jedinice ($b \pm sb = 0,54 \pm 0,26$; $t < t_{0,05(4)}$). Na $VrWr$ grafikonu je uočljivo da linija regresije seče Wr osu ispod koordinatnog početka što podrazumeva pojavu superdominacije u nasleđivanju prečnika glave (Graf. 15). Iz preseka limitirajuće parabole i očekivane linije regresije uočljivo je da dominantni i recesivni geni nisu jednako zastupljeni ni kod jednog roditelja obzirom da se nijedna tačka ne nalazi na mestu pomenutog preseka. Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da sorta Rodnik sadrži najviše dominantnih gena, obzirom da se nalazi najbliže koordinatnom početku. Najveći broj recesivnih gena nalazi se kod sorte Azovski koja je po svom položaju najudaljenija od koordinatnog početka (Graf. 15).

Tačke dijagrama rasturanja na WrW' grafikonu nisu identično raspoređene kao na $VrWr$ grafikonu što ukazuje na moguću pojavu interalelne interakcije u nasleđivanju prečnika glave (Graf. 16). Testiranjem koeficijenta regresije isključena je mogućnost epistaze jer je izračunata vrednost $t = 1,817$ manja od kritičnih vrednosti ($t_{0,05}$ i $t_{0,01}$) u tablicama t-distribucije. Nijedna sorta se ne nalazi u trećem kvadrantu WrW' grafikona što znači da ni jedna roditeljska sorta nije superdominantna u pogledu prečnika glave (Graf. 16).



Grafikon 15. Regresiona analiza $VrWr$ za prečnik glave suncokreta



Grafikon 16. Regresiona analiza $W_r W'$ za prečnik glave suncokreta

6.3. Heritabilnost

Prilikom interpretacije rezultata o proceni heritabilnosti treba imati u vidu da su dobijene razlike u vrednostima heritabilnosti u širem smislu proizvod korišćenja različitih metoda.

6.3.1. Prinos semena po biljci

Izračunavanjem koeficijenta heritabilnosti u širem smislu prinosa semena po biljci utvrđeno je da su na veličinu fenotipske ekspresije značajan uticaj imali nenasledni faktori, odnosno spoljašnja sredina kao i interakcija genotip x spoljašnja sredina (Tab. 26). Prinos semena kao veoma složena osobina veoma je zavistan od spoljašnjih uslova tokom celog vegetacionog perioda pa upravo zato i nije iznenađujuće da se odlikuje nižim stepenom heritabilnosti. Prema izračunatoj heritabilnosti u širem smislu za prinos semena po biljci možemo zaključiti da su se prosečne vrednosti heritabilnosti kretale između 22,80% i 31,36% ukazujući na značajniji uticaj nenaslednih činioca u nasleđivanju ove osobine (Tab. 26). Potvrđujući rezultate ovog istraživanja Khan (2001) i Mijić i sar. (2006) su istakli značajan uticaj spoljašnje sredine na ekspresiju prinosa semena suncokreta. Ispitujući 10 genotipova suncokreta u uslovima vodnog stresa Iqbal i sar. (2009) su utvrdili srednju vrednost (49,9%) heritabilnosti u širem smislu za prinos semena po biljci, dok su Chigeza i Mashingaidze (2013) u svom istraživanju utvrdili visoku vrednost heritabilnosti za ovu osobinu.

Posmatrajući rezultate pojedinačnih ukrštanja, najviše vrednosti heritabilnosti u širem smislu ostvarile su kombinacije Rodnik x Amaian i Kazački x Lider, kod kojih je utvrđen velik udeo genetičkih faktora u nasleđivanju ove osobine i kod kojih se fenotipska ocena može pouzdano koristiti u oplemenjivanju (Tab. 26). Iste kombinacije odlikovale su se i najvišim vrednostima heritabilnosti u užem smislu ukazujući da je roditeljski fenotip isključivo odraz sopstvenog genotipa i da selekcija na ovu osobinu kod ovih kombinacija može početi u ranijim generacijama (Tab. 26). Najniže vrednosti heritabilnosti u širem smislu za prinos semena po biljci utvrđene su kod kombinacija Azovski x Lider, Azovski x Amaian i Harkovski x Amaian, kod kojih je utvrđena izražena zavisnost od ekoloških činilaca što nije poželjno u procesu oplemenjivanja.

Kod ovih kombinacija takođe je utvrđeno odsustvo aditivnih efekata u fenotipskoj varijansi obzirom da su vrednosti heritabilnosti u užem smislu iznosile 0% (Tab. 26).

Tabela 26. Procene heritabilnosti u širem (H^2) i užem smislu (h^2) za prinos semena po biljci suncokreta

Kombinacije	$H^2(\%)$				$h^2(\%)$
	1	2	3	4	
Azovski x Kazački	42,39	38,60	34,77	57,64	72,61
Azovski x Harkovski	0	24,78	15,89	0	24,87
Azovski x Lider	0	0	0	0	0
Azovski x Rodnik	31,27	34,07	32,70	28,41	93,46
Azovski x Amaian	0	0	0	0	0
Kazački x Harkovski	23,82	45,33	44,87	0	29,23
Kazački x Lider	63,40	66,60	60,17	69,87	100
Kazački x Rodnik	26,49	20,91	41,19	0	64,17
Kazački x Amaian	15,43	20,88	37,86	0	74,44
Harkovski x Lider	22,72	42,28	36,68	0	66,20
Harkovski x Rodnik	49,06	67,33	66,06	15,06	77,81
Harkovski x Amaian	0	0	0	0	0
Lider x Rodnik	26,03	27,90	26,98	24,12	39,51
Lider x Amaian	0	0	0	68,09	0
Rodnik x Amaian	75,12	73,89	73,26	78,84	100
\bar{x}	25,05	30,84	31,36	22,80	49,49

1 – Mather (1949); 2 – Mahmud i Kramer (1951);
3 – Briggs i Knowles (1967); 4 – Burton (1951)

6.3.2. Masa 1000 semena

Heritabilnost u širem smislu predstavlja stepen realizacije fenotipa usled genetičke osnove individue, a na nivou gena predstavlja proporciju ukupne varijanse koja se može pripisati prosečnom efektu gena što u krajnjoj meri određuje sličnost između srodnika (Khan i sar., 2007). Procena heritabilnosti u širem smislu mase 1000 semena ispitivanih kombinacija ukrštanja ukazala je da je veličina fenotipske ekspresije najvećim delom zavisila od nenaslednih faktora, odnosno spoljašnje sredine. U prilog ovome govori i prosečna vrednost heritabilnosti u užem smislu (37,95%) na osnovu koje se vidi da su aditivni efekti imali nešto manji udeo u fenotipskoj varijansi. Marinković i sar. (2003) ističu da je masa 1000 semena veoma varijabilna osobina i da se nalazi kako pod uticajem genetičkih faktora tako i faktora sredine. Prosečne vrednosti heritabilnosti u širem smislu za masu 1000 semena kretale su se od 14,61% do 35,34%,

u zavisnosti od primenjene metode (Tab. 27). Dobijene vrednosti heritabilnosti u širem smislu kod pojedinačnih kombinacija mase 1000 semena ukazuju na manji udeo genetičkih efekata u ukupnoj fenotipskoj varijansi, što govori o velikom uticaju spoljašnje sredine na nasleđivanje ove osobine (Tab. 27). Khan i sar. (2007) su ispitujući osam genotipova na ekonomski važne osobine suncokreta saopštili visoke vrednosti heritabilnosti (86%) mase 1000 semena ukazujući na značajan genotipski efekat u ekspresiji ove osobine. Ispitujući kombinacione sposobnosti različitih osobina kod 48 hibrida suncokreta Andarkhor i sar. (2012) su ustanovili visok udeo genetske osnove u ekspresiji mase 1000 semena obzirom na visoku vrednost heritabilnosti u širem smislu (86%), dok je imajući u vidu vrednost heritabilnosti u užem smislu (13%) udeo aditivnih efekata bio nizak. Kombinacije Azovski x Lider, Kazački x Amaian, Harkovski x Amaian, Lider x Rodnik i Rodnik x Amaian odlikovale su se najlošijom heritabilnošću mase 1000 semena i u širem i u užem smislu pa se mogu smatrati najlošijim kombinacijama za oplemenjivanje na ovu osobinu jer je utvrđeno su na ekspresiju mase 1000 semena najveći uticaj imali spoljašnji činioci. Najviše vrednosti heritabilnosti u širem smislu mase 1000 semena imala je kombinacija ukrštanja Azovski x Harkovski, a vrednost heritabilnosti u užem smislu ukazuje na velik udeo aditivnih efekata u fenotipskoj varijansi kod ove kombinacije (Tab. 27). Najviša vrednost heritabilnosti u užem smislu od 100% izračunata je kod kombinacije Kazački x Lider što ukazuje na izrazit aditivan efekat u kontroli mase 1000 semena i da je roditeljski fenotip odraz sopstvenog genotipa (Tab. 27).

Tabela 27. Procene heritabilnosti u širem (H^2) i užem (h^2) smislu za masu 1000 semena suncokreta

Kombinacije	$H^2(\%)$				$h^2(\%)$
	1	2	3	4	
Azovski x Kazački	33,31	19,24	19,00	61,93	51,54
Azovski x Harkovski	40,81	43,9	40,3	41,82	62,36
Azovski x Lider	0	0	0	0	0,41
Azovski x Rodnik	2,97	0	0	35,25	41,51
Azovski x Amaian	4,64	0	0	27,55	25,84
Kazački x Harkovski	18,68	23,98	21,01	14,01	30,96
Kazački x Lider	32,24	25,03	24,26	48,2	100
Kazački x Rodnik	37,91	26,56	26,51	60,7	57,86
Kazački x Amaian	0	0	0	0	0
Harkovski x Lider	35,54	33,23	27,18	52,27	70,36
Harkovski x Rodnik	37,09	47,25	15,69	19,87	75,39
Harkovski x Amaian	0	0	0	33,11	0
Lider x Rodnik	0	0	0	16,32	0
Lider x Amaian	3,57	0	0	68,85	53,03
Rodnik x Amaian	0	0	0	50,21	0
\bar{x}	16,45	14,61	13,60	35,34	37,95

1 – Mather (1949); 2 – Mahmud i Kramer (1951);

3 – Briggs i Knowles (1967); 4 – Burton (1951)

6.3.3. Sadržaj ulja

Prosečne vrednosti heritabilnosti, u širem smislu, sadržaja ulja ukazale su na veliki uticaj nenaslednih činilaca na ekspresiju ove osobine. Sadržaj ulja kao kvantitativna osobina može značajno varirati u zavisnosti od genotipa, uticaja spoljašnje sredine i primenjene agrotehnike (Marinković i sar., 2003). Sadržaj ulja određen je biljkom na kojoj se seme nalazi i polen ima jako mali uticaj. Izračunate prosečne vrednosti heritabilnosti u širem smislu za sadržaj ulja kretale su se između 16,23% i 29,62%, zavisno od primenjene metode, ukazujući na jači do srednji uticaj ekoloških činilaca na ekspresiju ove osobine (Tab. 28). Nasuprot ovom istraživanju, Mijić i sar. (2006) su saopštili visoke procene heritabilnosti sadržaja ulja i zaključili da je fenotipska ekspresija uglavnom zavisila od genetičkih faktora što govori da selekcija na

ovu osobinu može početi već u ranijim generacijama. Saglasno navedenom je i istraživanje Hassan i sar. (2012) koji su takođe ustanovili visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu za sadržaj ulja. Chigeza i Mashingaidze (2014) su ustanovili da se heritabilnost sadržaja ulja u užem smislu kretala između 0 i 56% u zavisnosti od testirane populacije i zaključili da selekcija na visok sadržaj ulja ima efekta samo u populaciji koja se odlikuje višom vrednošću heritabilnosti, dok je za napredak u populacijama sa nižim vrednostima heritabilnosti u užem smislu potrebno unošenje germplazme sa visokim sadržajem ulja.

Različite vrednosti heritabilnosti između kombinacija rezultat su genotipskih razlika kao i razlika u interakciji genotipa sa spoljašnjom sredinom. Najviše vrednosti heritabilnosti u širem smislu za sadržaj ulja imale su kombinacije Harkovski x Lider i Harkovski x Rodnik kod kojih je udeo genetičkih efekata na ekspresiju ove osobine bio veći u odnosu na druge kombinacije (Tab. 28). Navedene kombinacije odlikovale su se i visokim vrednostima heritabilnosti u užem smislu ukazujući na izrazit aditivan efekat što govori da je fenotipska ekspresija uzrokovana genotipskom osnovom (Tab. 28). Najnižom heritabilnošću u širem smislu odlikovale su se kombinacije Azovski x Lider, Kazački x Harkovski, Kazački x Amaian i Lider x Rodnik, što govori o značajnom uticaju nenaslednih činilaca na ekspresiju sadržaja ulja (Tab. 28). Poznata je činjenica da genotipovi sa visokim sadržajem ulja nemaju najviši prinos. Ovo se dovodi u vezu sa tim da je potrebno više energije, a samim tim i hrane da se proizvede 1 g ulja nego 1 g celuloze. Podaci o prosečnoj proceni heritabilnosti u užem smislu ukazuju da od ukupne genetičke varijanse 54,61% čini aditivna varijansa i može se zaključiti da selekcija na sadržaj ulja može biti uspešna. Heritabilnost u užem smislu za sadržaj ulja kod pojedinačnih kombinacija kretala se između 0 i 100%. Najviše vrednosti heritabilnosti u užem smislu utvrđene su kod kombinacija Azovski x Rodnik, Kazački x Rodnik, Harkovski x Rodnik i Rodnik x Amaian ukazujući da su kod njih aditivni efekti bili odgovorni za ekspresiju ove osobine (Tab. 28).

Tabela 28. Procene heritabilnosti u širem (H^2) i užem (h^2) smislu za sadržaj ulja u semenu suncokreta

Kombinacije	$H^2(\%)$				$h^2(\%)$
	1	2	3	4	
Azovski x Kazački	0,35	0	0	29,13	18,72
Azovski x Harkovski	16,01	1,19	1,18	45,67	48,69
Azovski x Lider	0	0	0	0	53,99
Azovski x Rodnik	32,77	30,43	29,97	38,42	100
Azovski x Amaian	12,05	20,80	20,79	0	38,83
Kazački x Harkovski	0	0	0	0	68,3
Kazački x Lider	43,72	38,57	37,39	56,39	70,82
Kazački x Rodnik	30,13	49,15	49,06	0	100
Kazački x Amaian	0	0	0	0	0
Harkovski x Lider	45,36	45,85	45,27	45,53	77,30
Harkovski x Rodnik	42,57	35,22	34,83	58,05	100
Harkovski x Amaian	0	0	0	43,18	42,43
Lider x Rodnik	0	0	0	5,3	0
Lider x Amaian	12,53	2,18	1,11	35,37	0
Rodnik x Amaian	44,96	24,23	23,79	87,3	100
\bar{x}	18,70	16,51	16,23	29,62	54,61

1 – Mather (1949); 2 – Mahmud i Kramer (1951);

3 – Briggs i Knowles (1967); 4 – Burton (1951)

6.3.4. Visina biljke

Procenjene prosečne vrednosti heritabilnosti u širem smislu visine biljke ukazuju da je veličina fenotipske ekspresije većim delom zavisila od nenaslednih faktora, što govori o značajnom uticaju spoljašnje sredine na ovu osobinu. Marinković i sar. (2003) navode da na osnovu istraživanja mnogih autora na ekspresiju visine biljke značajniju ulogu imaju neaditivni efekti. Visoke vrednosti heritabilnosti u širem smislu, a samim tim i značajniji genetički uticaj u kontroli ove osobine, navodi se u brojnim istraživanjima (Sujatha i sar., 2002; Mahmood i Mehdi, 2003; Seneviratne i sar., 2004; Mijić i sar., 2006; Sridhar i sar., 2006; Khan i sar., 2007; Arshad i sar., 2010). Prosečne vrednosti heritabilnosti u širem smislu za visinu biljke prema primenjenim metodama iznosile su 42,54%, 41,23%, 40,15% i 47,30% (Tab. 29). Najniže vrednosti heritabilnosti u širem smislu imala je kombinacija Azovski x Lider, što govori o

značajnom uticaju ekoloških činilaca i relativno malom udelu genetičkih efekata na ekspresiju visine biljke. Ista kombinacija odlikovala se i najnižom heritabilnošću u užem smislu potvrđujući da je fenotipska ekspresija većinom zavisila od nenaslednih faktora, što nije poželjno u procesu oplemenjivanja. Najviše vrednosti heritabilnosti u širem smislu za visinu biljke imale su kombinacije Azovski x Harkovski i Harkovski x Rodnik, kod kojih su genetički efekti bili preovlađujući u ekspresiji ispitivane osobine (Tab. 29). Kod istih kombinacija utvrđene su i visoke vrednosti heritabilnosti u užem smislu što ukazuje da je fenotipska ocena najvećim delom uslovljena sopstvenim genotipom i uspešno se može koristiti u procesu oplemenjivanja (Tab. 29). Prema prosečnoj proceni heritabilnosti u užem smislu za visinu biljke možemo zaključiti da je udeo aditivnih efekata veći i da selekcija može biti uspešna.

Tabela 29. Procene heritabilnosti u širem (H^2) i užem (h^2) smislu za visinu biljke suncokreta

Kombinacije	H^2 (%)				h^2 (%)
	1	2	3	4	
Azovski x Kazački	45,25	37,52	37,00	61,15	11,00
Azovski x Harkovski	64,73	68,11	66,29	61,62	63,96
Azovski x Lider	7,78	6,73	6,62	10,1	5,47
Azovski x Rodnik	44,23	43,45	43,41	45,87	79,51
Azovski x Amaian	30,72	28,00	27,91	36,34	51,48
Kazački x Harkovski	48,26	50,58	46,15	52,47	59,26
Kazački x Lider	33,71	31,74	31,70	37,73	66,15
Kazački x Rodnik	23,49	24,32	23,77	22,94	21,55
Kazački x Amaian	46,51	44,88	44,85	49,82	95,44
Harkovski x Lider	53,33	57,88	54,73	50,54	89,79
Harkovski x Rodnik	62,54	72,53	71,29	45,03	77,45
Harkovski x Amaian	55,01	50,85	47,15	70,74	46,65
Lider x Rodnik	34,54	38,10	37,87	27,88	81,12
Lider x Amaian	48,17	41,45	41,45	61,61	88,22
Rodnik x Amaian	39,90	22,32	22,03	75,63	40,22
\bar{x}	42,54	41,23	40,15	47,30	58,48

1 – Mather (1949); 2 – Mahmud i Kramer (1951);

3 – Briggs i Knowles (1967); 4 – Burton (1951)

6.3.5. Prečnik glave

Primenom metoda 1, 2 i 3 procene heritabilnosti su ukazale na postojanje značajnog spoljašnjeg uticaja na formiranje pečnika glave, dok je po metodi 4 utvrđen značajniji genetički efekat na ekspresiju ove osobine (Tab. 30). Fick (1978) navodi da su efekti gena za prečnik glave uglavnom manji u poređenju sa drugim osobinama i ističe velik uticaj spoljašnje sredine kao što su vlažnost i plodnost zemljišta. Prosečne vrednosti heritabilnosti u širem smislu prečnika glave bile su između 26,61% i 64,40% što pokazuje razlike u proceni u zavisnosti od primenjene metode (Tab. 30). Ispitujući 45 hibrida suncokreta Neelima i sar. (2012) su ustanovili da je heritabilnost prečnika glave iznosila 39,90%. Suprotno navedenom istraživanju Khan i sar. (2013) su ispitujući interakciju genotipa i spoljne sredine na dva lokaliteta ustanovili višu vrednost heritabilnosti u širem smislu (63%), za prečnik glave.

Kombinacije sa najvećim uticajem ekoloških činilaca na ekspresiju prečnika glave bile su Azovski x Lider i Azovski x Amaian jer su se odlikovale najnižim vrednostima heritabilnosti u širem smislu (Tab. 30). Najviše izračunate vrednosti heritabilnosti u širem smislu za prečnik glave imale su kombinacije Kazački x Amaian, Harkovski x Lider i Harkovski x Rodnik, kod kojih je udeo genetičke varijanse u fenotipskoj ekspresiji bio najveći u odnosu na ostale ispitivane kombinacije. Prema vrednostima heritabilnosti u užem smislu za prečnik glave najviše su se istakle kombinacije Harkovski x Lider, Kazački x Lider i Azovski x Rodnik (Tab. 30). Imajući u vidu da je prema vrednostima heritabilnosti u užem smislu uticaj aditivnih efekata imao većeg značaja u određivanju prečnika glave možemo konstatovati da selekcija na ovu osobinu može imati uspeha ali treba imati u vidu i rezultate istraživanja Škorić i sar. (1989) koji navode da je optimalan prečnik glave između 20 i 25 cm. (Tab. 30).

Tabela 30. Procene heritabilnosti u širem (H^2) i užem (h^2) smislu za prečnik glave suncokreta

Kombinacije	$H^2(\%)$				$h^2(\%)$
	1	2	3	4	
Azovski x Kazački	42,47	36,57	36,32	54,76	71,73
Azovski x Harkovski	31,06	16,53	16,06	61,07	48,2
Azovski x Lider	24,85	0,19	0,19	73,69	38,62
Azovski x Rodnik	34,57	24,67	24,17	55,38	90,95
Azovski x Amaian	20,36	4,49	4,20	52,66	32,14
Kazački x Harkovski	31,26	22,56	21,09	51,6	66,88
Kazački x Lider	49,58	46,09	45,91	56,92	94,23
Kazački x Rodnik	41,74	34,97	33,63	57,95	87,83
Kazački x Amaian	57,57	52,59	51,95	68,82	91,1
Harkovski x Lider	54,88	41,92	41,54	81,56	94,61
Harkovski x Rodnik	57,89	44,16	44,16	85,34	63,4
Harkovski x Amaian	31,66	11,10	11,06	72,86	43,68
Lider x Rodnik	37,80	26,72	26,17	61,06	57,56
Lider x Amaian	32,06	11,10	10,79	74,59	26,27
Rodnik x Amaian	40,52	31,96	31,91	57,73	48,19
\bar{x}	39,22	27,04	26,61	64,40	63,69

1 – Mather (1949); 2 – Mahmud i Kramer (1951);

3 – Briggs i Knowles (1967); 4 – Burton (1951)

6.4. Korelacije

Selekcionerima u njihovom radu veliku pomoć pružaju informacije o korelacijama pojedinih osobina sa prinosom semena u cilju pronalaženja veza koje bi omogućile uspešnu selekciju na prinos semena. Imajući u vidu da je veoma teško oplemenjivanje usmeriti na velik broj osobina Borojević (1971) navodi da je neophodno utvrditi koje komponente imaju najpozitivniju korelaciju sa prinosom semena a mogu se lako morfološki odrediti u pojedinim fazama ontogeneze. Najznačajniji uticaj na prinos semena po biljci u F_1 generaciji utvrđen je za osobinu prečnik glave, obzirom na statistički visoko značajne genotipske i fenotipske koeficijente korelacije (Tab. 31). Ovo se može objasniti time da prečnik glave direktno utiče na broj semena po biljci, a time i na prinos semena. Statistički značajni i pozitivni koeficijenti korelacije utvrđeni su između mase 1000 semena i prinosa semena po biljci (Tab. 31). Merrien (1992) navodi da se povećanje prinosa semena suncokreta može ostvariti povećanjem broja semena i veličine semena po glavi uz isti ili povećan broj biljaka po jedinici površine. Marinković i sar. (2003) ističu da selekcija na povećanje mase 1000 semena može da ima znatnog uticaja na povećanje prinosa semena suncokreta. Na ovakvu konstataciju treba biti obazriv jer prema ranijim saznanjima selekcija na krupnije seme ne vodi povećanju prinosa jer se smanjuje broj semena po glavi (Morozov, 1970; Djakov, 1982; Miller i Fick, 1997). Potvrđujući navedeno, Kaya i sar. (2009) navode pozitivan uticaj povećanja mase 1000 semena na povećanje prinosa ali do određene granice (70 g) posle koje prinos počinje da pada sa daljim povećanjem mase 1000 semena zbog smanjivanja broja semena po glavi. U selekcionom radu neophodno je odabirati biljke koje će u istim uslovima gajenja biti u mogućnosti da obezbede što više hrane za formirano seme.

Uzimajući u obzir sve osobine koje pozitivno utiču na prinos semena, oplemenjivanje na prinos preko mase 1000 semena je najnesigurnije zbog velikog uticaja spoljašnje sredine na ovu osobinu.

U ostalim međuodnosima nisu utvrđeni statistički značajni koeficijenti korelacije (Tab. 31).

Tabela 31. Genotipski (r_g) i fenotipski (r_p) koeficijenti korelacije ispitivanih osobina F_1 generacije suncokreta

Osobina	r	M	SU	VB	PG	PB
M	r_g	1	-0,20	0,45	0,32	0,54*
	r_p	1	-0,20	0,43	0,35	0,53*
SU	r_g		1	0,10	-0,19	0,35
	r_p		1	0,04	-0,06	0,04
VB	r_g			1	-0,10	0,41
	r_p			1	-0,05	0,32
PG	r_g				1	0,78**
	r_p				1	0,78**

*= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$; M - masa 1000 semena; SU- sadržaj ulja; VB – visina biljke; PG – prečnik glave; PB – prinos semena po biljci

U potomstvu F_2 generacije utvrđeni su statistički visoko značajni genotipski i fenotipski koeficijenti korelacije između prečnika glave i prinosa semena po biljci, dok je između sadržaja ulja i prinosa semena po biljci korelacija bila statistički značajna i pozitivna na genotipskom nivou (Tab. 32). Statistički visoko značajna i pozitivna korelacija utvrđena je između sadržaja ulja i prečnika glave na genotipskom nivou. Saglasno sa ovim istraživanjem, Farhatullah i sar. (2006) su takođe ustanovili statistički visoko značajan i pozitivan genotipski uticaj sadržaja ulja na prečnik glave kod suncokreta. Visoko značajna ali negativna korelacija, na genotipskom nivou, utvrđena je između visine biljke i prečnika glave, kao i mase 1000 semena i prečnika glave. U ostalim slučajevima nisu utvrđeni statistički značajni korelacioni koeficijenti (Tab. 32).

Tabela 32. Genotipski (r_g) i fenotipski (r_p) koeficijenti korelacije ispitivanih osobina F_2 generacije suncokreta

Osobina	r	M	SU	VB	PG	PB
M	r_g	1	-0,43	-0,09	-0,66**	-0,12
	r_p	1	-0,36	0,01	0,04	0,20
SU	r_g		1	0,16	0,83**	0,57*
	r_p		1	-0,04	0,15	0,13
VB	r_g			1	-0,67**	-0,44
	r_p			1	-0,11	-0,07
PG	r_g				1	0,71**
	r_p				1	0,76**

*= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$; M - masa 1000 semena; SU- sadržaj ulja; VB – visina biljke; PG – prečnik glave; PB – prinos semena po biljci

Poredeći izračunate koeficijente korelacije u F_1 i F_2 generaciji možemo ustanoviti da je u pogledu prinosa semena po biljci ustanovljen statistički visoko pozitivan uticaj prečnika glave i na genotipskom i na fenotipskom nivou. Statistički visoko značajan uticaj prečnika glave na prinos semena utvrdili su i Behradfar i sar. (2009) i Yasin i Singh (2010). U ranom periodu, fazi 5-6 pari listova dolazi do formiranja cvetnih začetaka što u velikoj meri predodređuje i prečnik glave. Isto tako, uslovi u vreme cvetanja utiču na stepen oplodnje a time i na broj formiranih semena što u krajnjoj liniji ima direktan uticaj na prinos semena. U istraživanju Jocković i sar. (2012) nije utvrđena statistička značajnost između prinosa semena po biljci i prečnika glave.

Razlike u izračunatim koeficijentima korelacije između mase 1000 semena i prinosa semena po biljci u F_1 i F_2 generacijama mogu se pripisati tome da su vrednosti prinosa semena u F_1 generaciji bile veće u odnosu na F_2 generaciju, dok je masa 1000 semena imala relativno slične vrednosti u obe ispitivane generacije.

7. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju ispitivan je prinos semena po biljci, masa 1000 semena, sadržaj ulja, visina biljke i prečnik glave kod petnaest dialelnih hibrida suncokreta, njihovih F_2 generacija i generacija povratnih ukrštanja (BCP_1 i BCP_2), dobijenih ukrštanjem dialelnom metodom šest sorti suncokreta. Ispitivane su srednje vrednosti, varijabilnost, heterozis (%), način nasleđivanja, kombinacione sposobnosti, komponente genetičke varijabilnosti, regresiona analiza, heritabilnost i korelacija između prinosa semena i ostalih ispitivanih osobina.

Na osnovu dobijenih rezultata u ovom istraživanju mogu se doneti sledeći zaključci:

Korišćene ruske sorte bile su divergentne u pogledu prinosa semena po biljci, mase 1000 semena, sadržaja ulja i visine biljke dok u pogledu prečnika glave nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Poredeći roditeljske sorte najviši prosečan prinos semena po biljci ostvarila je sorta Azovski, dok je u F_1 generaciji najprinosnija bila kombinacija Lider x Rodnik. Najviši prosečan prinos semena po biljci u F_2 generaciji ostvarila je kombinacija ukrštanja Rodnik x Amaian, a u generacijama povratnih ukrštanja BCP_1 potomstvo ukrštanja Azovski x Lider. U pogledu stabilnosti prinosa semena po biljci, najmanji koeficijent varijacije između roditelja imala je sorta Azovski, dok je u F_1 generaciji najmanje variranje prinosa imala kombinacija Lider x Amaian. U potomstvima F_2 generacije najmanje variranje prinosa semena zabeleženo je kod kombinacije Harkovski x Amaian, a u generacijama povratnih ukrštanja najmanje je varirao prinos semena po biljci kod BCP_1 generacije ukrštanja Azovski x Amaian. Najviši procenat heterozisa u odnosu na boljeg roditelja izračunat je u F_1 generaciji ukrštanja Harkovski x Rodnik (28,88%). Prilikom korišćenja navedenih ruskih sorti kao roditelja u oplemenjivanju na prinos semena po biljci kao načini nasleđivanja mogu se očekivati superdominacija, dominacija boljeg roditelja, dominacija lošijeg roditelja, parcijalna dominacija boljeg roditelja i intermedijarnost. Analizom kombinacionih sposobnosti i komponenata genetičke varijanse utvrđeno je da su i aditivna i neaditivna komponenta bile od značajnog uticaja na prinos semena. Najboljim opštim kombinatorom pokazala se sorta Azovski koja je jedina ostvarila statistički značajne OKS efekte. Ova sorta može

predstavljati vredan selekcionni materijal u oplemenjivanju na prinos semena i treba je testirati u ukrštanjima sa drugim genotipovima koji nisu korišćeni u ovoj disertaciji. U pogledu PKS efekata najviše se istakla kombinacija ukrštanja Kazački x Harkovski. Sa navedenom kombinacijom treba nastaviti testiranje u mreži mikroogleda kako bi se testirala na različitim lokalitetima. Analizom komponenata genetičke varijanse utvrđeno je da su dominantni geni bili preovlađujući u nasleđivanju prinosa semena po biljci, a prosečan stepen dominacije ukazao je na superdominaciju kao način nasleđivanja. Regresionom analizom utvrđeno je da superdominacija igra ulogu u načinu nasleđivanja prinosa semena po biljci. Najviše dominantnih gena poseduje sorta Rodnik, a najviše recesivnih sorta Harkovski. Superdominantna u pogledu prinosa semena bila je sorta Kazački. Prema izračunatim vrednostima heritabilnosti utvrđeno je da najveći uticaj na prinos semena po biljci suncokreta imaju nenasledni faktori. Prinos semena po biljci bio je statistički visoko značajno i pozitivno korelisan sa prečnikom glave i u F_1 i u F_2 generaciji na oba ispitivana nivoa.

Najvišu vrednost mase 1000 semena između roditelja ostvarila je sorta Kazački, dok je u F_1 generaciji najviša prosečna vrednost izmerena kod kombinacije ukrštanja Azovski x Kazački. Poredeći F_2 generacije najtežim semenom odlikovala se kombinacija Azovski x Kazački, a u generacijama povratnih ukrštanja BCP_1 generacija ukrštanja Azovski x Lider. Najhomogenija u pogledu mase 1000 semena bila je sorta Kazački, dok je u potomstvima F_1 generacije najmanje variranje imala kombinacija ukrštanja Azovski x Kazački. Najmanje variranje mase 1000 semena u F_2 generaciji imala je kombinacija Azovski x Lider, dok je u generacijama povratnih ukrštanja najhomogenija bila BCP_1 generacija kombinacije Azovski x Lider. Najvišu vrednost heterozisa u odnosu na boljeg roditelja ostvarila je kombinacija Harkovski x Lider. Kao načini nasleđivanja mase 1000 semena ispoljili su se negativna superdominacija, dominacija boljeg roditelja, parcijalna dominacija lošijeg i boljeg roditelja, kao i intermedijarnost. Analize kombinacionih sposobnosti i komponenata genetičke varijanse utvrdile su da i aditivna i neaditivna komponenta imaju značajnu ulogu u nasleđivanju mase 1000 semena. Statistički visoko značajni OKS efekti ustanovljeni su kod sorte Azovski, dok su kod sorte Kazački OKS efekti bili statistički značajni. U pogledu PKS efekata nisu utvrđene statističke značajnosti. Analizom komponenata genetičke varijanse utvrđeno je da su dominantni geni imali značajniju ulogu u odnosu

na recesivne, a prosečan stepen dominacije ukazao je na superdominaciju u nasleđivanju mase 1000 semena. Regresionom analizom utvrđeno je da su najviše dominantnih gena posedovale su sorte Rodnik i Amaian, dok je najviše recesivnih gena posedovala sorta Kazački. Nijedna sorta nije bila superdominantna u pogledu mase 1000 semena, a presek očekivane linije regresije sa W_r osom je ukazao na parcijalnu dominaciju kao način nasleđivanja. Prema procenama heritabilnosti utvrđeno je da je masa 1000 semena veoma zavisna od spoljašnjih faktora i da se fenotipska ocena ne može sa velikom sigurnošću koristiti u procesu oplemenjivanja. Masa 1000 semena bila je statistički u značajnoj korelaciji sa prinosom semena po biljci u F_1 generaciji, dok u F_2 generaciji nije ustanovljena statistički značajna korelacija ni sa jednom ispitivanom osobinom.

Najviši prosečan sadržaj ulja roditeljskih sorti ostvarila je sorta Azovski, a u potomstvima F_1 i F_2 generacije najvećim prosečnim sadržajem ulja odlikovala se kombinacija Lider x Rodnik. U potomstvima povratnih ukrštanja najveći prosečan sadržaj ulja ostvarile su BCP_2 generacije ukrštanja Azovski x Kazački i Azovski x Rodnik. Poredeći roditeljske sorte u ovom istraživanju najmanjim variranjem sadržaja ulja odlikovala se sorta Lider, a u F_1 generaciji kombinacija Rodnik x Amaian bila je najhomogenija u pogledu ove osobine. Najmanje variranje sadržaja ulja u F_2 generaciji bila je karakteristika kombinacije Kazački x Amaian, a u generacijama povratnih ukrštanja najmanjim koeficijentom varijacije odlikovala se BCP_2 generacija ukrštanja Kazački x Amaian. Najvišu vrednost heterozisa (%) u odnosu na boljeg roditelja ostvarila je kombinacija Harkovski x Amaian. U pogledu sadržaja ulja najzastupljeniji način nasleđivanja u F_1 generaciji bila je superdominacija, koja se ispoljila kod devet kombinacija ukrštanja. Dominacija boljeg roditelja utvrđena je kod pet kombinacija ukrštanja, a parcijalna dominacija boljeg roditelja kod jedne kombinacije ukrštanja. Prema analizi kombinacionih sposobnosti i komponenata genetičke varijanse u nasleđivanju sadržaja ulja predominantnu ulogu ima neaditivna komponenta, a frekvencija dominantnih gena bila je veća od recesivnih. Kao najbolji opšti kombinator pokazala se sorta Rodnik jer je imala najviše OKS efekte. Imajući u vidu dobijeni rezultat sorta Rodnik se može uvrstiti u oplemenjivački program u cilju stvaranja hibridnih kombinacija radi povećanja sadržaja ulja u semenu. Kao najbolje kombinacije pokazala su se ukrštanja Azovski x Kazački, Azovski x Harkovski i Harkovski x Amaian obzirom na statistički značajne PKS efekte za sadržaj ulja. Prema prosečnom

stepenu dominacije u nasleđivanju sadržaja ulja radi se o superdominaciji. Roditelji sa najviše recesivnih gena bile su sorte Azovski i Amaian, dok je najviše dominantnih gena posedovala sorta Lider. Regresionom analizom je takođe utvrđeno da se u nasleđivanju sadržaja ulja radi o superdominaciji. Prosečne procene heritabilnosti u širem smislu ukazale su na veliku zavisnost sadržaja ulja od spoljašnjih uticaja, a procena heritabilnosti u užem smislu ukazala je da selekcija na ovu osobinu može biti uspešna. Sadržaj ulja je statistički značajno i pozitivno uticao na prinos semena po biljci u F₂ generaciji na genotipskom nivou, dok je na fenotipskom nivou korelacija bila bez statističke značajnosti.

Od roditeljskih sorti korišćenih u istraživanju najvišom prosečnom visinom biljke odlikovala se sorta Azovski, a u F₁ generaciji ukrštanje Azovski x Rodnik. Najvišom prosečnom visinom u F₂ generaciji odlikovalo se potomstvo ukrštanja Azovski x Lider, dok je u potomstvima povratnih ukrštanja najvišu prosečnu visinu imala BCP₁ generacija ukrštanja Azovski x Lider. Najujednačenija roditeljska sorta u pogledu visine biljke bila je sorta Azovski, obzirom da se odlikovala najnižim koeficijentom varijacije, dok je od potomstava F₁ generacije najujednačenije bilo potomstvo ukrštanja Rodnik x Amaian. Najmanje variranje visine biljke u F₂ generaciji zabeleženo je kod ukrštanja Azovski x Lider, dok je u generacijama povratnih ukrštanja najhomogenije bilo BCP₁ potomstvo ukrštanja Azovski x Rodnik. Najvišu vrednost heterozisa (%) u odnosu na boljeg roditelja ostvarila je kombinacija Azovski x Kazački. Visina biljke suncokreta najčešće se nasleđivala superdominacijom, a utvrđeni su još i dominacija boljeg roditelja, parcijalna dominacija boljeg roditelja i intermedijarnost. Analize komponenata kombinacionih sposobnosti i genetičke varijanse utvrdile su da aditivni efekti imaju veći značaj u nasleđivanju visine biljke. Statistički visoko značajne vrednosti OKS efekata imale su sorte Azovski i Lider, dok su tri kombinacije ukrštanja imale statistički visoko značajne vrednosti PKS efekata, a najviše se istakla kombinacija Kazački x Harkovski. Negativnom OKS vrednošću odlikovala se sorta Harkovski što govori o mogućnosti njenog korišćenja u cilju proizvodnje hibrida niže visine. Dominantni geni bili su zastupljeniji od recesivnih u nasleđivanju visine biljke. Najviše dominantnih gena za visinu biljke posedovala je sorta Azovski, dok su se sa najviše recesivnih gena odlikovale sorte Harkovski, Rodnik i Amaian. Prema prosečnom stepenu dominacije u nasleđivanju visine biljke ulogu je imala parcijalna dominacija,

što je potvrđeno i regresionom analizom prema preseku očekivane linije regresije i W_r ose. Prema prosečnim procenama heritabilnosti u širem smislu za visinu biljke utvrđen je veliki uticaj spoljašnje sredine na ovu osobinu, dok je procena heritabilnosti u užem smislu ukazala da selekcija na ovu osobinu može biti uspešna obzirom na veći udeo aditivnih efekata. Visina biljke bila je u statistički visoko značajnoj ali negativnoj korelaciji sa prečnikom glave u F_2 generaciji na genotipskom nivou. Između ostalih osobina i visine biljke nisu utvrđeni statistički značajni koeficijenti korelacije.

Najvećom prosečnom vrednošću prečnika glave odlikovala se sorta Azovski, dok je u potomstvima F_1 generacije najveći prosečan dijametar zabeležen kod ukrštanja Harkovski x Rodnik. U F_2 generaciji najveći prosečan prečnik glave imala je kombinacija Harkovski x Lider, a u generacijama povratnih ukrštanja najvećim dijametrom odlikovalo se BCP_2 potomstvo ukrštanja Azovski x Rodnik. Najujednačeniji roditelj u pogledu prečnika glave bila je sorta Azovski, a kao najhomogenija potomstva u F_1 i F_2 generacijama odlikovala su se potomstva ukrštanja Azovski x Lider. Najmanju varijabilnost prečnika glave u potomstvima povratnih ukrštanja imalo je BCP_1 potomstvo ukrštanja Kazački x Harkovski. Vrednosti heterozisa u odnosu na boljeg roditelja bile su negativne i statistički značajne kod većine kombinacija. U nasleđivanju prečnika glave u F_1 generaciji došlo je do pojave negativne superdominacije i dominacije lošijeg roditelja. Prema analizama kombinacionih sposobnosti i komponenata genetičke varijanse u nasleđivanju prečnika glave značajniju ulogu imala je neaditivna komponenta. U pogledu OKS i PKS efekata nijedna sorta i kombinacija ukrštanja nisu imale statistički značajne vrednosti. Zastupljenost dominantnih i recesivnih gena nije bila jednaka, a frekvencija dominantnih bila je veća od frekvencije recesivnih gena. Prema prosečnom stepenu dominacije u nasleđivanju prečnika glave radi se o superdominaciji, uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja. Primenom regresione analize utvrđeno je da je najviše dominantnih gena bilo zastupljeno kod sorte Rodnik, a najviše recesivnih kod sorte Azovski. Presek očekivane linije regresije sa W_r osom ukazao je na superdominaciju kao način nasleđivanja prečnika glave. Procene heritabilnosti prečnika glave razlikovale su se u zavisnosti od metode izračunavanja, a utvrđen je jači odnosno slabiji uticaj nenaslednih faktora. Prečnik glave ispoljio je najpozitivniju korelaciju sa prinosom

semena po biljci koja je bila statistički visoko značajna i u F_1 i u F_2 generaciji na oba ispitivana nivoa.

Rezultati dobijeni u ovoj disertaciji ukazali su na načine nasleđivanja kvantitativnih osobina suncokreta. Pored toga, rezultati su ukazali na dobre i loše kombinacione sposobnosti korišćenih sorti i na taj način će biti korisni u daljem oplemenjivačkom programu Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu prilikom stvaranja novih linija i hibrida suncokreta. Od korišćenih sorti suncokreta u ovom istraživanju najviše se istakla sorta Azovski obzirom na statistički visoko značajne OKS vrednosti prinosa semena po biljci, mase 1000 semena i visine biljke.

U cilju daljeg unapređenja selekcionog programa potrebno je pomenutu sortu kao i ostale sorte testirati sa drugim genotipovima kako bi se dobila kompletnija slika o njihovoj selekcionoj vrednosti. Radi dobijanja kompletnije slike o genetičkoj sličnosti potrebno je uraditi molekularnu analizu i odrediti kompoziciju ulja i sastav masnih kiselina. Hibridne kombinacije koje su se najbolje pokazale potrebno je testirati na drugim lokalitetima, u mreži multi-lokacijskih ogleda kako bi se dobila jasnija slika o njihovoj proizvodnoj vrednosti i veličini interakcije sa spoljašnjom sredinom.

8. LITERATURA

1. Alexander D.E. (1963): "The Liscenko method" of increasing oil content of the sunflower. *Crop. Sci.*, 3: 279-280.
2. Ananjeva S.V. (1936): Gibridologičeskij analiz nektorih priznakov podsolnečnika. *Sb. Fiz. stojkost ozimih i jarovih hlebov i podsolnečnika*, Moskva, 160-170.
3. Andarkhor S.A., Mastibege N., Rameeh V. (2012): Combining Ability of Agronomic Traits in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Using Line X Tester Analysis. *International Journal of Biology*, 4(1): 89-95.
4. Andarkhor S.A., Rameeh V., Alitabar R.A. (2013): Estimation of genetic parameters for yield components and seed yield in sunflower using line x tester analysis. *African Journal of Biotechnology*, 12(25): 3978-3983.
5. Areco C.M., Alvarez D., Ljubich A. (1985): Analisis dialelico de rendimiento de grano y contenido de aceite en seis cultivares de girasol. *Proc. of the 11th Inter. Sunf. Conf.*, 10-13 March, Mar del Plata, Argentina, 755-759.
6. Arshad M., Ilyas M.K., Khan M.A. (2007): Genetic divergence and path coefficient analysis for seed yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. *Pak. J. Bot.*, 39(6): 2009-2015.
7. Arshad M., Khan M.A., Jadoon S.A., Mohmand A.S. (2010): Factor analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) to investigate desirable hybrids. *Pak. J. Bot.*, 42(6): 4393-4402.
8. Attia S.A.M., El-seidy E.H., El-gammaal A.A., Awad R.M.M. (2012): Heritability, genetic advance and association among characters of sunflower hybrid study. *J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ.*, 38(2): 254-265.
9. Bajaj R.K., Aujla K.K., Chalal G.S. (1997): Combining ability studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Crop improvement*, 24(1): 50-54.
10. Balalić I., Miklič V., Jocić S., Marinković R., Cvejić S., Hladni N., Miladinović D. (2012): Ocena NS hibrida suncokreta u mikro-ogledima preko interakcije hibrid x lokalitet. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(3): 270-281.
11. Behradfar A., Gorttapeh A.H., Zardashty M.R., Talat F. (2009): Evaluation Correlated Traits for Seed and Oil Yield in Sunflower (*Helianthus annuus*

- L.). Through Path Analysis in under Condition Relay Cropping. Res. J. Biol. Sci., 4: 82-85.
12. Borojević S. (1971): Izgradnja modela visokorodnih sorti pšenice. Savremena poljoprivreda, 19(6): 33-49.
 13. Bramley P.M., Elmafda I., Kafatos A., Kelly F.J., Manios Y., Roxborough H.E., Schuch W., Sheehy P.J.A., Wagner K.H. (2000): Vitamin E. J. Sci. Food Agric. 80: 913-938.
 14. Briggs F.N., Knowles P.F. (1967). Introduction to Plant Breeding. Chapman-Reinhold, Inc., U.S.A, p. 104.
 15. Burton G.W. (1951): Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*). Agron. J., 43(9): 409-417.
 16. Cecconi F., Gaetani M., Srebernich R., Luciani N. (2000): Diallel analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.), genetic and phenotypic correlations for some agronomical and physiological characters. Proc. of 15th Inter. Sunf. Conf., Toulouse, France, pp. E-1-6.
 17. Chandra B.S., Kumar S.S., Ranganadha A.R.G., Dudhe M.Y. (2011): Combining Ability Studies for Development of New Hybrids over Environments in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of agricultural science, 3(2): 230-237.
 18. Chaundhary K.S., Anand J.I. (1985): Heterozis for seed yields traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Genetika, 17(1): 35-44.
 19. Chigeza G., Mashingaidze K. (2013): Advanced cycle pedigree breeding in sunflower. I: Genetic variability and testcross hybrid performance for seed yield and other agronomic traits. Euphytica, 190: 425-438.
 20. Chigeza G., Mashingaidze K. (2014): Advanced cycle pedigree breeding in sunflower. II: combining ability for oil yield and its components. Euphytica, 195: 183-195.
 21. Chikkadevaiah, Sujatha H.L., Nandini (2002): Correlation and path analysis in sunflower. Helia, 25(37): 109-118.
 22. Crnobarac J., Marinković R. (2006): Potencijal poljoprivrede za proizvodnju sirovina za biodizel. Traktori i pogonske mašine, 11: 33-37.

23. Cvejić S., Afza R., Jocić S., Prodanović S., Miklič V., Škorić D., Dragin S. (2011): Radiosensitivity of sunflower inbred lines to mutagenesis. *Helia*, 34(54): 99-106.
24. Ćirić M., Jocić S., Cvejić S., Čanak P., Milan J., Marinković R., Miroslavljević M. (2013): Evaluation of combining abilities of new sunflower inbred lines. *Field and Vegetable Crops*, 50(1): 8-15.
25. Ćupina T., Sakač Z. (1989): Fiziološki aspekti formiranja prinosa suncokreta. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
26. Djakov A.B. (1982): Sistemnije isledovanja vzaimodejstvija komponentov v processe nasledstvenogo osuščestvlenija produktivnosti. *Geterozis. Minsk-Nauka i tehnika*, 17-38.
27. Djakov A.B. (1992): Količestvenije hozjajstvenie priznaki. V O. I. Tihonov (Ed.): *Biologija, selekcija i vozdelivanie podsolnečnika*, VO Agropromizdat Moskva, 52-57.
28. Djakov A.B., Perestova T.A. (1975): Morfologija i anatomija podsolnečnika. U.V.S. Pustovojt (Ed.): *Podsolnečnik, Kolos*, Moskva, 21-29.
29. Dorrell D.G. (1978): Processing and utilization of oilseed sunflower. In: Carter, J.F. (ed.). *Sunflower Science and Technology*. Crop Science Society of America, Madison, WI., USA, 407-436.
30. Dušanić N. (1998): Uticaj gustine useva na dinamiku rastenja i prinos hibrida suncokreta, kao i neke mikroklimatske činioce. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Novi Sad.
31. El Hity M.A. (1992): Genetically analysis of some agronomic characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proc. of the 13th Inter. Sunf. Conf., Pisa, Italy, 1118-1128.
32. Esendal E., Kandemir N. (1996): Effects of row spacing on sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and other characteristics. Proc. of the 14th Inter. Sunf. Conf. 12-20 June, Beijing/Shenyang, China, 1: 369-374.
33. Evans L.T. (1981): Yield improvement in wheat: empirical or analytical. *Wheat Science-Today and Tomorrow*, Cambridge Univer. Press, 203-210.
34. Falconer D.S. (1967): *Introduction to quantitative genetics*. The Ronald Press Company, New York.

35. Farhatullah, Farooq-E-Azam, Khalil I.H. (2006): Path Analysis of the Coefficients of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Hybrids. International journal of agriculture and biology, 8(5): 621-625.
36. Farrokhi A., Khodabandeh A., Ghaffari M. (2008): Studies on general and specific combining abilities in sunflower. Proc. of the 17th Inter. Sunf. Conf. June 8-12, Cordoba, Spain, 561-565.
37. Fernandez-Martinez J.M., Marquez F., Ortiz J. (1979): Genetica del contenido en aceite de la semilla de girasol (*H. annuus* L). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
38. Fick G.N. (1975): Heritability of oil content in sunflower (*H. annuus* L.). Crop. Sci., 15(1): 77-78.
39. Fick G.N. (1978): Sunflower breeding and genetics. In J.F. Carter (Ed.). Sunflower science and technology. Agronomy, 19: 279-337.
40. Fick G.N., Caroline J.J., Auwarter G.E., Duhigg P.M. (1985): Agronomic characteristics and field performance of dwarf sunflower hybrids. Proc. of the 11th Inter. Sunf. Conf., 10-13 March, Mar del Plata, Argentina, 739-742.
41. Gangappa E., Channakrishnaiah K.M., Thakur C., Ramesh S. (1997): Genetic architecture of yield and its attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia, 20(27): 85-94.
42. Ghaffari M., Hoseinlou S.H. (2013): Seed yield determinants of sunflower under drought stressed and well watered conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(S): 3816-3823.
43. Giriraj K., Virupakshappa K. (1992): Heterotic effect for seed yield and component characters in sunflower over seasons. Proc. of the 13th Inter Sunf. Conf., II, 7-11 September, Pisa, Italy, 1043-1047.
44. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. (1999): Research on determination of superior hybrid combinations in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 23(1): 25-30.
45. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. (2000): Heterosis and combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Indian J. of Agric. Sci., 70(8): 525-529.
46. Goksoy A.T., Turkec A., Turan Z.M. (2002): Quantitative inheritance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia, 25(37): 131-140.

47. Gontcharov S.V., Antonova T.S., Saukova S.L. (2006): Sunflower breeding for resistance to fusarium. *Helia*, 29(45): 49-54.
48. Gorbačenko F.I. (1979): Projavlenije geterozisa pri skrešćivanii nizkoroslih i visokoroslih form podsolnečnika. *Vestn s. h. nauki*, 8: 35-40.
49. Gotar A.A., Berger M., Labalette F., Centis S., Dayde J., Calmon A. (2008): Estimation of breeding potential for tocopherols and phytosterols in sunflower. Proc. of the 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, 555-559.
50. Griffing B. (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journ. Biol. Sci.*, 9: 463-496.
51. Gvozdenović S., Joksimović J., Škorić D. (2005): Gene effect and combining abilities for plant height and head diameter in sunflower. *Genetika*, 37(1): 57-64.
52. Gvozdenović S., Radeka I., Jocić S. (2008): Mode of inheritance and combining ability for seed yield in sunflower. Int. Conf. „Conventional and Molecular Breeding of Field and Vegetable Crops“, 24-27 November, Novi Sad, Serbia, 550-553.
53. Habbib H., Mehdi S.S., Rashid A., Ashfaq Anjum M. (2006): Genetic association and path analysis for seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Agri. Sci.*, 43(3-4): 136-139.
54. Hadživuković S. (1991): Statistički metodi s primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Poljoprivredni fakultet, Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Novi Sad.
55. Hassan S.M., Iqbal M.S., Rabbani G., Naem-ud-Din, Shabbir G. (2012): Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 3(1): 707-710.
56. Hayman B.I. (1954): The theory and analysis of diallel crosses I. *Genetics*, 39: 787-805.
57. Hladni N. (2010): Geni i prinos suncokreta (monografija). Zadužbina Andrejević, posebna izdanja, 1-116.

58. Hladni N., Jocić S., Miklič V., Radić V., Škorić D. (2012): Mode of inheritance and combining ability for seed yield and morphophysiological components of yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proc. of the 18th Int. Sunfl. Conf., February 27 - March 1st, Mar Del Plata, Argentina, 645-650.
59. Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2000): Kombinirajuće sposobnosti za komponente prinosa suncokreta. Selekcija i semenarstvo, 2(3-4): 141-147.
60. Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2003): Components of phenotypic variability for head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Genetika, 35(2): 67-75.
61. Hofman V.L., Hauck D.D. (1982): Demonstrating the extraction and use of sunoil. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St. Joseph, MO, USA, 12.
62. Iqbal M., Ali M.A., Abbas A., Zulkiffal M., Zeeshan M., Sadaqat H.A. (2009): Genetic behavior and impact of various quantitative traits on oil contents in sunflower under waters stress conditions at productive phase. Plant Omics Journal, 2(2): 70-77.
63. Jinks I.L. (1954): The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. Genetics, 34: 765-789.
64. Jocić S. (2002): Nasleđivanje komponenti prinosa kod suncokreta. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Novi Sad.
65. Jocić S., Cvejić S., Ćirić M., Hladni N., Miladinović D., Miklič V., Radeka I. (2012): Estimation of combining abilities in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proc. of the 18th Int. Sunfl. Conf., February 26 – March 1, Mar Del Plata, Argentina, 657-662.
66. Jocković M., Marinković R., Marjanović-Jeromela A., Radić V., Čanak P., Hladni N. (2012): Association between Seed Yield and Some Morphological Characteristics in Sunflower. Field Veg. Crop Res. 49(1): 53-57.
67. Joksimović J. (1992): Ocena kombinirajućih sposobnosti kod nekih inbred linija suncokreta. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Novi Sad.
68. Joksimović J., Atlagić J., Škorić D. (2000): Efekat gena i kombinacione sposobnosti za prečnik glave kod nekih inbred linija suncokreta. Selekcija i semenarstvo, 7(1-2): 45-49.

69. Kang S.A., Khan F.A., Ahsan M.Z., Chatha W.S., Saeed F. (2013): Estimation of Combining Ability for the Development of Hybrid Genotypes in *Helianthus annuus* L. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(1): 68-74.
70. Karasu A., Oz M., Sincik M., Goksoy A.T., Turan Z.M. (2010): Combining Ability and Heterosis for Yield and Yield Components in Sunflower. *Not. Bot. Hort. Agrobot*, 38(3): 259-264.
71. Kaya Y., Evcı G., Durak S., Pekcan V., Gucer T. (2009): Yield components affecting seed yield and their relationship in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Bot.*, 41(5): 2261-2269.
72. Kaya Y., Evcı G., Pekcan V., Gucer T. (2003): The determination of the contribution on important yield components to seed and oil yield in sunflower. *Proceeding of 5th Turkish Field Crops Congress*, October 13-17, Diyarbakir, Turkey, 120-125.
73. Kaya Y., Evcı G., Pekcan V., Gucer T., Durak S., Yilmaz M.I. (2008): The path analysis of yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Latvian Journal of Agronomy*, 11: 72-77.
74. Khair I.D.M., Hussain M.K., Mehdi S.S. (1992): Heterosis, heritability and genetic advance in sunflower. *Pakistan J. Agric. Res.*, 13(3): 232-238.
75. Khan A, Malik NJ, Khan MI, Riaz S (2001): Growth performance, heritability and inter relationship in some quantitative traits in sunflower. *Online Journal of Biological Sciences*, 1(10): 895-897.
76. Khan A. (2001): Yield performance, heritability and interrelation in some quantitative traits in sunflower. *Helia*, 24(34): 35-40.
77. Khan H., Muhammad S., Shah R., Iqbal N. (2007): Genetic analysis of yield and yield components in sunflower. *Sarhad J. Agric.*, 23(4): 985-990.
78. Khan H., Rehman H.U., Bakht J., Khan S.A., Hussain I., Khan A., Ali S. (2013): Genotype x environment interaction and heritability estimates for some agronomic characters in sunflower. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(4): 1177-1184.
79. Khan H., Ur-Rahman H., Ahmad H., Ali H., Alam I., Alam M. (2008): Magnitude of heterosis and heritability in sunflower over environments. *Pak. J. Bot.*, 40(1): 301-308.

80. Khan S.A., Ahmad H., Khan A., Saeed M., Khan S.M., Ahmad B. (2009): Using line x tester analysis for earliness and plant height traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Recent Res. Sci. Technol.*, 1: 202-206.
81. Kholghi M., Bernousi I., Darvishzadeh R., Pirzad A. (2011): Correlation and path coefficient analysis of seed yield and yield related trait in Iranian confectionery sunflower populations. *African Journal of Biotechnology*, 10(61): 13058-13063.
82. Kloczowski Z. (1975): Studja and njektorvni cecharni slonecznika oleistego i ich znaczenjem v hodowli tej rošliny w Polsce. *Hodowli, rošlin, aklimatyzacija ina siennictwo*, 19(2): 89-131.
83. Kovačik A., Škaloud V. (1972): Combining ability and prediction of heterozis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Sci. Agric. Bohemoslovaca*, 4(4): 263-273.
84. Kraljević-Balalić M., Petrović S. (1981): *Praktikum iz genetike*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
85. Kumar A. (2007): Heterosis and combining ability analysis in relation to genetic divergence of parental lines in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Master of science thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.
86. Kumar A.A., Ganesh M., Janila P. (1998): Combining ability analysis for yield and yield contributing characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Ann. of Agric. Res.*, 19(4): 437-440.
87. Lande S.S., Narkhede M.N., Weginwar D.G., Patel M.C., Golhar S.R. (1998): Heterotic studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Ann. Of Plant Physiol.*, 12(1): 15-18.
88. Lande S.S., Weginwar D.G., Patel M., Limbore A.R. (1997): Genetic action, combining ability in relation to heterosis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) through line x tester analysis. *Journal of soils and crops*, 7(2): 205-207.
89. Leclercq P. (1968): Heredite de quelques caracteres qualitatifs chez le tournesol. *Ann. Amelior. Plantes*, 18(3): 307-315.
90. Leon A.J., Andrade F.H., Lee M. (2003): Genetic analysis of grain-oil concentration across generations and environments in sunflower. *Crop Sci.*, 43: 135-140.

91. Liang S. (1996): Selection of ideal characters of oil-bearing sunflower self lines. Proc. of 14th Inter. Sunflower Conf., Beijing/Shenyang, China, 1: 38-42.
92. Luhs W., Freidt W. (1994): Non food uses of vegetable oils and fatty acids. In: Marphy D.J. (Ed.): Designer Oilseed Crops, 73-130.
93. Lush J.L. (1945): Animal breeding plans. Iowa state College Press, USA.
94. Mahmood T., Mehdi S.S. (2003): Evaluation of S1 and S2 progenies of sunflower (*Helianthus annuus* L.) for seed yield, its components and resistance to charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). Asian Journal of Plant Sciences, 2(11): 834-840.
95. Mahmud I., Kramer H.H. (1951): Segregation for yield, height and maturity, following a soybean crosses. Agron. J., 43: 605-609.
96. Manivannan N., Vidhyavathi P., Muralidharan V. (2005): Diallel analysis in sunflower. Indian J. Agris. Res., 39(4): 281-285.
97. Marinković R. (1984): Način nasleđivanja prinosa semena i nekih komponenti prinosa u ukrštanima raznih inbred linija suncokreta. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Novi Sad.
98. Marinković R. (1993): Components of genetic variability for characters affecting oil yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Genet. & Breed., 47: 289-291.
99. Marinković R., Dozet B., Vasić D. (2003): Oplemenjivanje suncokreta (monografija). DOO "Školska knjiga", Novi Sad.
100. Marinković R., Jocković M., Jocić S., Ćirić M. (2011): Variability of Plant Height and Head Diameter in New Hybrid Combinations of Sunflower. Field Veg. Crop Res. 48(1): 239-244.
101. Marinković R., Jocković M., Marjanović-Jeromela A., Atlagić J., Miladinović D., Radić V. (2012): Application of different methods in the determination of heritability of some quantitative traits in the sunflower (*Helianthus annuus* L.) synthetic NS-S-1. Proc. of the 18th Sunf. Inter. Conf., February 27 - March 1st, Mar del Plata, Argentina, 669-673.
102. Marinković R., Škorić D. (1984): Ispitivanje heritabilnosti nekih kvantitativnih svojstava kod suncokreta (*H. annuus* L.). Uljarstvo, 1: 161-167.

103. Marinković R., Škorić D. (1985): Nasleđivanje mase 1000 semena i hektolitarske mase kod suncokreta u F1 generaciji i komponente genetske varijabilnosti. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 14-15, 62-71.
104. Marinković R., Škorić D. (1990): Nasleđivanje prečnika glave i broja cvetova po glavi u ukrštanjima raznih inbred linija suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Uljarstvo, 27(1-2): 22-27.
105. Marinković R., Škorić D., Jovanović D. (2002): Efekat heterozisa za visinu biljke i prečnik glave kod suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Zbornik radova instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Sveska 36, 169-177.
106. Masood J., Farhatullah, Raziudin, Ghulam H. (2005): Combining ability analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 8(5): 710-713.
107. Mather K. (1949). Biometrical genetics. 1st Ed. Dover Publ., London, UK.
108. Mather K., Jinks J.L. (1971): Biometrical genetics. Chapman and Hall. London, 1-382.
109. Mc William J.R., English S.D. (1978): The effect of inflorescens size on seed characteristics and oil content of sunflower. Proc. of the 8th Inter. Sunf. Conf., 23-27 July, Minneapolis, Minnesota, U.S.A., 212-223.
110. Merrien A. (1992): Some aspects of sunflower crop physiology. Proc. of the 13th Inter. Sunf. Conf., 7-11 September, Pisa, Italy, 2: 481-499.
111. Michele R., Vincenzo R., Francesco F. (1996): Effects on sowing on sunflower yield, oil and plant characteristics in Southern Italy. Proc. of the 14th Inter. Sunf. Conf. 12-20 June, Beijing/Shenyang, China, 2: 345-350.
112. Mihaljčević M. (1989): Fenotipska stabilnost inbred linija i hibrida suncokreta tolerantnih prema *Sclerotium bataticola* Taub. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Novi Sad.
113. Mijić A., Kozumplik V., Kovačević J., Liović I., Krizmanić M., Duvnjak T., Marić S., Horvat D., Šimić G., Gunjača J. (2008): Combining abilities and gene effects on sunflower grain yield, oil content and oil yield. Periodicum biologorum, 110(3): 277-284.

114. Mijić A., Krizmanić M., Guberac V., Marić S. (2006): Heritabilnost i međuzavisnost kvantitativnih svojstava suncokreta. *Sjemenarstvo*, 23: 347-357.
115. Mijić A., Krizmanić M., Liović I., Bilandžić M., Zdunić Z., Kozumplik V. (2005): Procjena kombinacijskih sposobnosti i genetskih učinaka za visinu biljke i promjer glave suncokreta. *Agronomski fakultet, Sveučilište, Zagreb*, 1-7.
116. Mijić A., Liović I., Zdunić Z., Marić S., Marjanović-Jeromela A., Jankulovska M. (2009): Quantitative analysis of oil yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Romanian Agricultural Research*, 26: 41-46.
117. Miller J.F., Fick G.N. (1997): Sunflower Genetics. In: A.A. Schneiter (ed.) *Sunflower Technology and Production*. Agron. Monogr. 35. Madison, WI, USA, 441-495.
118. Miller J.F., Hammond J.J. (1991): Inheritance of reduced height in sunflower. *Euphytica*, 53(1): 131-136.
119. Miller J.F., Hammond J.J., Roath W.W. (1980): Comparison of inbreds vs. Single cross testers and estimation of genetic effects in sunflower. *Crop. Sci.*, 20: 703-706.
120. Miller P.A., Williams J.C., Robinson H.F., Comstock R.E. (1958): Estimates of genotypic and environmental variances and covariances in upland cotton and their implications in selection. *Agron. J.*, 50: 126-131.
121. Morozov V.K. (1947): Selekcija podolnečnika v SSSR, Pišće-promizdat Moskva.
122. Morozov V.K. (1970): O selekciji podsolnečnika na urožajnost. *Selekcija i Semenovodstvo*, 18-25.
123. Morrison W.H., Hamilton R.J., Kalu C. (1995): Sunflower seed oil. In: RJ Hamilton (Ed.) *Developments in Oils and Fats*. Chapman and Hall, London, UK, pp 132–152.
124. Mrđa J., Crnobarac J., Radić V., Miklič V. (2012): Sunflower seed quality and yield in relation to environmental conditions of production regions. *Helia*, 35(57): 123-134.
125. Naik V.R., Hiremath S.R., Giriraj K. (1999): Gene action in sunflower. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 12(1-4): 43-47.

126. Neelima S., Kumar K.A., Madhusudhan P. (2012): Variability, association and effect of yield related traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Res. ANGRAU, 40(1): 57-59.
127. Niki E., Noguchi N. (2004): Dynamics of antioxidant action of vitamin E. Accounts Chem. Res. 37: 45-51.
128. Ortegón-Morales A.S., Eskobedo-Mendoza A., Villarreal L.Q. (1992): Combining ability of sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines and comparison among parent lines and hybrids. Proc. of the 13th Sunf. Conf., 7-11 September, Pisa, Italy, 2: 1178-1193..
129. Patel M.D., Thompson P.D. (2006): Phytosterols and vascular disease. Atherosclerosis 186: 12-19.
130. Pathak A.R., Singh B., Kukadia M.V. (1985): Genetic architecture of yield and economic characters in sunflower. Oilseed journal, 15(1): 14-18.
131. Pathak R.S. (1974): Yield components in sunflower. Proc. of the 6th Inter. Sunf. Conf., 22-24 July, Bucharest, Romania, 271-281.
132. Petakov D. (1992): Application of Griffing's methods in determination of combining ability of sunflower self-pollinated lines. Proc. of the 13th Inter. Sunf. Conf. September 7-11, Pisa, Italy. 2: 1205-1210.
133. Piquemal G. (1968): Recherches sur la structure du rendement en grains du tournesol (*Helianthus annuus* L.): variations, correlations et heritabilites de ses composantes. Annales de l'Amélioration des Plantes, 18(4): 423-446.
134. Pustavojt V.S. (1963): Itogi rabot po selekcii i semenovodstvu podsolnečnika. Maslične i efiromaslične kulturi, Moskva, 20-37.
135. Pustavojt V.S. (1966): Izabrane trudi. Kolos, Moskva.
136. Pustavojt V.S., Djakov A.B. (1971): Urožajnost podsolnečnika i puti jejo povišenija v processe selekcii. Selekcija i semenovodstvo, 1: 25-30.
137. Putt E.D. (1966): Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower. Can. J. Pl. Sci. 46: 59-67.
138. Putt E.D. (1997): Early history of sunflower. In A.A. Schneiter. Sunflower Technology and Production. Agronomy Series 35. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, pp. 1-19.

- 139.Radić V., Mrđa J., Jocković M., Čanak P., Dimitrijević A., Jocić S. (2013): Sunflower 1000-seed weight as affected by year and genotype. *Ratar. Povrt.*, 50(1): 1-7.
- 140.Rao N.M., Singh B. (1977): Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*H. annuus* L.). *Pan. J. of Research*, 2(2): 144-146.
- 141.Rather A.G., Sandha G.S., Bajaj R.K., Narinder K. (1998). Genetic analysis for oil yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Crop improvement*, 25(2): 226-228.
- 142.Refoyo A., Martin L.M., Serradilla J.M. (1988): Herencia del contenido de aceite en los aquenios y almendras del girasol (*Helianthus annuus* L.). *Proc. of the 12th Inter. Sunf. Conf.*, 25-29 July, Novi Sad, Yugoslavia, 436-441.
- 143.Rojas P., Fernandez-Martinez J.M. (1998): Combining ability of oil and protein among six sunflower lines. *Proc. of the EUCARPIA-International Symposium on Breeding of Protein and Oil Crops*, 1-4 April, Pontevedra, Spain, 117-118.
- 144.Rosengarten F.Jr. (2004): *The book of edible nuts*. Courier Dover publications, New York, USA, 384.
- 145.Safavi A.S., Safavi S.M., Safavi S.A. (2011a): Genetic Variability of Some Morphological Traits in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *American Journal of Scientific Research*, 17: 19-24.
- 146.Safavi S.M., Safavi A.S., Safavi S.A. (2011b): Heritability and Genetic Gain of Some Morphological Traits in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Under Water Stress Conditions. *American Journal of Scientific Research*, 19: 27-31.
- 147.Sakthivel K. (2003): Line x tester analysis for combining ability in kharif sunflower (*Helianthus annuus*). *Journal of Ecobiology*, 15(4): 299-303.
- 148.Sassikumar D., Gopalan A., Thirumurugan T. (1999): Combining ability analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Tropical Agricultural Research*, 11: 134-142.
- 149.Schilling E.E. (2006): *Helianthus*. Pp. 141-169 in *Flora of North America north of Mexico*. Oxford University Press, New York, 21: 141-169.

- 150.Schmidt J., (1919): La valeur de l'individu à titre de générateur appréciée suivant la méthode du croisement dialléle. C. R. Trav. Lab. Carlsberg 14(6): 1–33.
- 151.Schneiter A., Curadar B., Zaffdroni G., Maid H. (1988): Agronomic evaluation of semidwarf sunflower. Proc of the 12th Inter. Sunfl. Conf.1, 406-408, Novi Sad, Yugoslavia.
- 152.Schneiter A.A. (1992): Production of semidwarf and dwarf in the northern Great Plains of the United States. Field Crop Res., 30, 391-401.
- 153.Schneiter A.A. (1992): Production of semidwarf and dwarf in the northern Great Plains of the United States. Field Crop Res., 30, 391-401.
- 154.Schuster W. (1964): Inzucht and Heterosis bei der Sonnenblume (*H. annuus* L.). Giesen.
- 155.Seiler G., Jan C.C. (2010): Basic information. u: Hu J.; Seiler G.; Kole C. (ur.) Genetics, genomics and breeding of sunflower. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA: CRC Press, 1-40.
- 156.Seiler G.J. (2007): Wild annual *Helianthus anomalus* and *H. deserticola* for improving oil content and quality in sunflower. Ind Crop Prod 25: 95–100.
- 157.Seneviratne K.G.S., Ganesh M., Ranganatha A.R.G., Nagaraj G., Rukmini Devi K. (2004): Population improvement for seed yield and oil content in sunflower. *Helia*, 27(41): 123-128.
- 158.Shabana R. (1974): Genetic variability of the yield components of oil in different sunflower varieties and inbred lines. Doctor thesis, Agricultural faculty, Novi Sad, Yugoslavia.
- 159.Sindagi S.S., Kulkarni R.S., Seetharam A. (1979): Line x tester analysis of the combining ability in sunflowers (*H. annuus* L.). Thesis Sunflower Newsletter , 3(2): 11-12.
- 160.Sindagi S.S., Patil P.N., Govindaraju T.A. (1996): Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbreds by inbred x tester cross and incorporation of CMS character in the lines having high combining ability to develop superior hybrids. Proc. of the 14th Sunf. Conf., 12-20 June, Beijing, Shenyang, China, 1: 212-217.
- 161.Snedecor G.W., Cochran W.G. (1967): Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology. 6th Edn., Iowa State University Press, Iowa.

162. Sprague G.F., Tatum L.A. (1942): General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journ. Amer. Soc. Agr.*, 34: 923-932.
163. Sridhar V., Gouri Shankar V., Singh Dangi K. (2006): Variability parameters for yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agric. Sci. Digest*, 26(4): 288–290.
164. Steel R.G.D., Torrie J.H. (1960): Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, New York, 481.
165. Stojanova J., Ivanov P., Georgiev I. (1971): Nasledovane na njakoj priznaci v F1 pri sinčogleda. *Genetika i selekcija*, Sofia, 1: 3-14.
166. Sujatha H.L., Chikkadevaiah, Nandini (2002): Genetic variability study in sunflower inbreds. *Helia*, 25(37): 93-100.
167. Suslov V.M. (1968): Economic significance of sunflowers in the USSR. In: Proc of the 3rd Inter. Sunf. Conf, 13–15 Aug., Crookston, MN, USA, 1–11.
168. Škorić D. (1975): Mogućnost korišćenja heterozisa na bazi muške sterilnosti kod suncokreta. Doktorska disertacija, Novi Sad.
169. Škorić D. (1976): Mode of inheritance of oil content in sunflower seed of F1 generation and components of genetic variability. Proc of the 7th Inter. Sunf. Conf., 27 June-3 July, Krasnodar, SSSR, 1: 376-388.
170. Škorić D. (1989): Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta. Suncokret monografija, Nolit, 285-270.
171. Škorić D., Jocić S. (2004): Achievements of sunflower breeding at the IFVC in Novi Sad. Proc. of the 16th Inter. Sunf. Conf. 29 Aug-2 Sept. Fargo, ND USA. 451-457.
172. Škorić D., Jocić S., Hladni N., Vannozzi G.P. (2007): An analysis of heterotic potential for agronomically important traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, 30(46): 55-74.
173. Škorić D., Jocić S., Molnar I. (2000): General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proc. of the 15th Inter. Sunf. Conf. 12-15 June, Toulouse, France. 2: 23-30.
174. Škorić D., Marinković R. (1990): Stanje u oplemenjivanju i aktuelna problematika u proizvodnji suncokreta. Zbornik radova sa savetovanja o unapređenju uljarstva Jugoslavije, 24-27 April, Herceg Novi, 1-15.

- 175.Škorić D., Mihaljčević M., Marinković R., Jocić S., Dozet B., Atlagić J., Hladni N. (1996): Ocena vrednosti NS-hibrida suncokreta. Zbornik radova naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 25: 39-49.
- 176.Škorić D., Vrebalov T., Čupina T., Turkulov J., Marinković R., Maširević S., Atlagić J., Tadić L., Sekulić R., Stanojević D., Kovačević M., Jančić V., Sakač Z. (1989): Suncokret (monografija), Nolit, 613.
- 177.Tahir M.H.N, Sadaqat H.A, Bashir S. (2002): Correlation and path coefficient analysis of morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Populations. Int. J. Agri. Biol., Vol. 4(3), 341-343.
- 178.Unrau L. (1947): Heterosys in relation to sunflower breeding. Sci. Agr., 27: 414-427.
- 179.Vassilevska-Ivanova R., Tcekova Z. (2003): Evaluation and genetics studies of F1 sunflower hybrids. Compt Rend Acad Bulgare sci, 56(5): 81-86.
- 180.Vear F. (2010): Classic genetics and breeding. u: Hu J.; Seiler G.; Kole C. (ur.) Genetics, genomics and breeding of sunflower. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA: CRC Press, 51-77.
- 181.Velasco L., Dominguez J., Munoz-Ruz J., Perez-Vich B., Fernandez-Martinez J.M. (2003): Registration of 'Dw 89' and 'Dw 271' parental lines of sunflower. Crop Sci., 43, 1140-1141.
- 182.Venkateswarlu V., Reddy P.S., Madhusudana Rao D.V. (1980): Heritability studies in sunflower (*H. annuus* L.). The Sunflower Newsletter, 4(1): 10-11.
- 183.Voljf V.G., Dumačeva L.P. (1973): Genotipičeskoe vlijanie roditeljskih form na izmenčivost hazjajstvenno-cennih priznakov u gibridov podsolnečnika. Selekcija i semenovodstvo, 24: 36-43.
- 184.Vranceanu A.V., Stonescu F.M. (1982): Results of the network experimentation of sunflower cultivars in the biennial cycle 1980-1981. Helia, 5: 5-21.
- 185.Vratarić M., Sudarić A. (2004): Oplemenjivanje i genetika suncokreta. U Suncokret (*Helianthus annuus* L.). Poljoprivredni institut Osijek, 69-162.
- 186.Vrebalov T., Škorić D., Gavrilović Ž., Pavlović S., Varga T., Milošev A., Tešanović V., Šarović B., Stoilković M. (1968): Rezultati sortnih ispitivanja suncokreta na eksperimentalnim poljima Vojvodine. Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u poljoprivredi, 6: 1-13.

187. Warner N.J. (1952): A method for estimating heritability. *Agronomy Journal*, 44, 427-430.
188. Yasin A.B., Singh S. (2010): Correlation and path coefficient analyses in sunflower. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2(5): 129-133.
189. Živanović T., Sečanski M., Prodanović S., Šurlan-Momirović G. (2006): Combining ability of silage maize ear length. *Journal of Agricultural Sciences*, 51(1): 15-24.
190. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chrysanthemum_peruvianum_264_Dodoe_ns_1583.png

BIOGRAFIJA

Milan Jocković je rođen 27.08.1982. u Novom Sadu. Osnovnu školu "Žarko Zrenjanin" završio je 1997. u Novom Sadu. Srednju elektrotehničku školu "Mihajlo Pupin" završio je 2001. u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu upisao je školske 2001/2002, ratarsko povrtarski smer. Diplomirao je sa prosečnom ocenom 8,50. Diplomski rad "Varijabilnost i način nasleđivanja kvantitativnih svojstava kukuruza" odbranio je sa ocenom 10. Master studije upisao je školske 2008/2009. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, smer Genetika, oplemenjivanje i semenarstvo i završio ih 27.09.2010. sa prosečnom ocenom 9,66. Master rad "Stabilnost i varijabilnost prinosa i sadržaja ulja suncokreta" odbranio je sa ocenom 10. Doktorske studije upisao je na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu, Univerziteta u Beogradu školske 2010/2011. godine na odseku Poljoprivredne nauke, modul: ratarstvo i povrtarstvo. Od 01.09.2008. godine zaposlen je u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, a na Odeljenju za uljane kulture od 01.01.2009. godine. U 2009/2010. godini civilno je odslužio vojni rok. Kao autor ili koautor ima objavljeno 29 naučnih radova. Govori engleski i služi se nemačkim jezikom.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisani-a Milan Jocković

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije 10/23

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

Nasleđivanje kvantitativnih osobina kod dialelnih hibrida suncokreta

- 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/la prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, 20. 10. 2014.

Potpis doktoranda

M. Jocković

Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije

Ime i prezime autora Milan Jocković
Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije 10/23
Studijski program Poljoprivredne nauke, Ratarstvo i povrtarstvo
Naslov doktorske disertacije Nasleđivanje kvantitativnih osobina kod dialelnih hibrida suncokreta
Mentor prof. dr Slaven Prodanović

Potpisani/a Milan Jocković

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

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

Potpis doktoranda

U Beogradu, 20. 10. 2014.

M. Jocković

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković” da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom: Nasleđivanje kvantitativnih osobina kod dialelnih hibrida suncokreta

koja je moje autorsko delo.

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

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

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

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

Potpis doktoranda

U Beogradu, 20.10.2014.

M. Zupčević

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, čak i u komercijalne svrhe. 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.