

Utjecaj genotipa, godine i lokacije na prinos, udio ulja i proteina u soji - *Glycine max* (L.) Merr.

Influence of genotype, year and locations on yield, oil and protein content of soybean - *Glycine max* (L.) Merr.

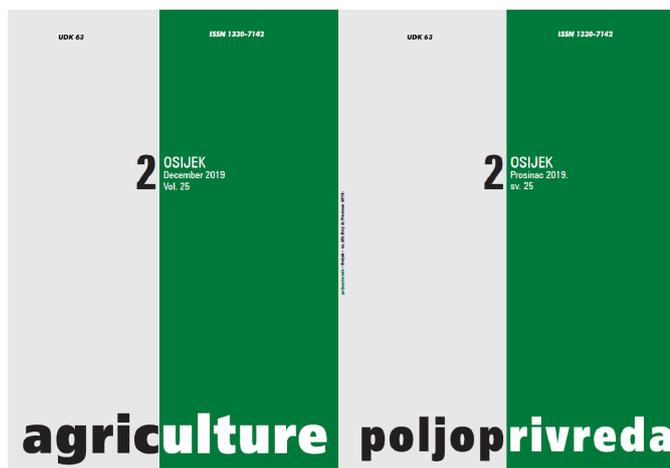
Jukić, G., Varnica, I., Dugalić, K., Rukavina, I., Guberac, V., Delić, I.

Poljoprivreda/Agriculture

ISSN: 1848-8080 (Online)

ISSN: 1330-7142 (Print)

<http://dx.doi.org/10.18047/poljo.25.2.1>



Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Poljoprivredni institut Osijek

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Agricultural Institute Osijek

UTJECAJ GENOTIPA, GODINE I LOKACIJE NA PRINOS, UDIO ULJA I PROTEINA U SOJI - *Glycine max (L.) Merr.*

Jukić, G.⁽¹⁾, Varnica, I.⁽¹⁾, Dugalić, K.⁽¹⁾, Rukavina, I.⁽¹⁾, Guberac, V.⁽²⁾, Delić, I.⁽³⁾

Izvorni znanstveni članak

Original scientific paper

SAŽETAK

Tijekom 2017. i 2018. godine provedena su poljska istraživanja o utjecaju genotipa, godine, lokacije te interakcija na prinos, udio ulja i proteina u soji. U pokus je uvršteno dvadeset najzastupljenijih genotipova soje koji u strukturi sjetve zauzimaju 75% sjetvenih površina. Pokus je postavljen na lokacijama Osijek i Kutjevo u dva ponavljanja po slučajnom blok-rasporedu. U 2018. godini ostvaren je prosječno veći prinos zrna, udio ulja i proteina prvenstveno zbog pravilnog rasporeda oborina. Lokacija Osijek u svim godinama istraživanja imala je prosječno veće prinose zrna, udio ulja i proteina. Prema dobivenim rezultatima analize varijance za genotip, interakciju genotipa x lokacija i genotip x godina dobivene su statistički visoko opravdane razlike ($P < 0,01$) za prinos zrna. Za genotip i interakciju genotip x godina dobivene su statistički opravdane razlike ($P < 0,05$) za udio ulja i proteina. Dobiveni rezultati istraživanja doprinijet će pravilnom izboru genotipova ovisno o namjeni proizvodnje kako bi se iskoristio genetski potencijal genotipa koji je najpogodniji za određenu lokaciju.

Ključne riječi: genotip, prinos soje, lokacija, udio ulja i proteina

UVOD

Soja je jedna od najznačajnijih ratarskih kultura u svijetu jer je njezino zrno glavni izvor proteina, ulja, ugljikohidrata i minerala značajnih za prehranu ljudi i hranidbu životinja. Oko pedeset zemalja diljem svijeta uzgaja soju, a vodeći svjetski proizvođači su SAD, Brazil, Argentina, Indija i Kina (FAOSTAT 2016). Prema izvješćima FAO-a iz 2016. godine soja se u svijetu uzgaja na oko 121 milijuna ha s prosječnim prinosom od 2,75 t/ha. Veliko značenje soje proizlazi iz činjenice da su trećina svjetskih jestivih ulja i dvije trećine proteina dobiveni iz soje. Prema Leiju i sur. (2015.), dolazi do povećanog interesa i potražnje za sojom radi otkrića novih nutritivnih tvari. Kranjac i sur. (2019.) navode kako su u Hrvatskoj 2013. godine sojom zasijane površine iznosile 47.200 ha, a u 2017. godini 85.100 ha. U navedenom periodu proizvodnja soje u Hrvatskoj se gotovo udvostručila, sa 111.300 tona na 207.800 tona. Proizvodnjom soje bez GMO-a (GMO-free) hrvatski poljoprivredni proizvođači dobili su siguran otkup i stabilnu cijenu. Značenje proizvodnje soje je prepoznato potpisivanjem međunarodnoga projekta Deklaracije

Dunav soja i provedbom programa Ministarstva poljoprivrede o sufinanciranju analiza sjemena soje na prisutnost GMO-a za razdoblje 2017.-2021. godine.

Prinos zrna soje, udio ulja i proteina su kvantitativna svojstva ovisna o genotipu, okolini i interakcije genotipa x okoline. Značajan utjecaj godine i lokacije, tipa tla i genotipa na prinos naglašavaju Schuab i sur. (2001.), Cicek i sur. (2006.), Sudarić i sur. (2002.), Hu i Wiatrak (2012.) i Čavlovićak i sur. (2015.). Izraženi utjecaj godine i lokacije na udio ulja i proteina u zrnu soje naglašavaju Hrustić i sur. (1998.), Koti i sur. (1998.), Vollmann i sur. (2000.) te Jukić i sur. (2006.). Kako bi se osigurali visoki prinosi i kakvoća sjemena, bitna je povoljna temperatura zraka i pravilan raspored oborina, a nedostatak oborina tijekom vegetacije štetan je za razvoj soje i značajno smanjuje prinose ako se dogodi u fazi cvatnje i stvaranja

(1) Dr. sc. Goran Jukić (goran.jukic@hapih.hr), Ivan Varnica, dipl. ing., doc. dr. sc. Krunoslav Dugalić, doc. dr. sc. Ivana Rukavina - Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Vinkovačka 63 c, 31000 Osijek, Hrvatska, (2) Prof. dr. sc. Vlado Guberac - Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska, (3) Ivica Delić, dipl. ing. - Ministarstvo poljoprivrede, Vukovarska 78, 10000 Zagreb, Hrvatska

mahuna (Liu i sur., 2003.). Odabir genotipova prilagođenih agroklimatskim uvjetima istočne Hrvatske te pravilno i pravodobno navodnjavanje mogu ublažiti nepovoljne utjecaje godine s premalo oborina ili s oborinama koje su nepovoljno raspoređene u odnosu na vegetaciju soje (Galić Subašić i sur., 2017.).

Cilj provedenoga istraživanja bio je utvrditi karakteristike najzastupljenijih genotipova u pogledu prinosa sjemena, udjela ulja i proteina te njihovu reakciju u različitim okolinama. Rezultati istraživanja pozitivno će doprinijeti rješavanju problema izbora velikoga broja genotipova na tržištu.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno tijekom 2017. i 2018. godine u Hrvatskoj agenciji za poljoprivredu i hranu - Centru za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku (HAPIH) u poljskim pokusima i u laboratoriju. Izabrano je dvadeset najzastupljenijih genotipova domaćih i stranih selekcijskih kuća pogodnih za sjetvu u svim proizvodnim područjima Hrvatske, koji zauzimaju 75% ukupnih sjetvenih površina. Pokus je postavljen po slučajnom blok-rasporedu u dva ponavljanja, a sjeme za sjetvu zadovoljavalo je minimalno propisane uvjete kakvoće u skladu s Pravilnikom o stavljanju na tržište sjemena uljarica i predivog bilja (NN 63/07, 20/13 i 123/16). Pokus je postavljen na lokaciji Osijek (eutrično smeđe tlo) i Kutjevo (distrično smeđe tlo), a kao pretkultura u godinama istraživanja bila je ozima pšenica. Nakon osnovne obrade u jesen (zaoravanje 300 kg/ha NPK 7:20:30) i proljetne predsjetvene pripreme (razbacivanje 200 kg/ha NPK 15:15:15 + 80 kg/ha UREA) obavljena je sjetva u optimalnome agrotehničkom roku specijaliziranom sijačicom *Wintersteiger* bez prethodne inokulacije sjemena cjepivom. Sjetvena norma bila je prema preporuci zastupnika sjemena. Površina svake parcele iznosila je 10 m², s međurednim razmakom od 25 cm. U zaštiti od korova na istraživanim lokacijama i godinama primijenjeni su prije nicanja herbicidi aktivnih

tvari metribuzin + metolaklor (0,490 kg/ha + 0,960 l/ha). Prije cvatnje soje na svim parcelicama korišten je protiv uskolisnih korova herbicid aktivne tvari cikloksidim (1,5 l/ha). Zaštita protiv bolesti i štetnika u istraživanim godinama nije se provodila.

Količine oborina (Tablica 1) u istraživanim godinama bile su niže u odnosu na višegodišnji prosjek. Za analizu količine oborina (mm) i temperaturu zraka (°C) korišteni su podatci meteoroloških postaja Osijek i Kutjevo (DAVIS 6250 EU). Količina oborina u godinama istraživanja bila je manja na lokacijama Osijek i Kutjevo u odnosu na višegodišnji prosjek. U 2017. godini oborine su bile manje za 104,6 mm na lokaciji Osijek i 176,1 mm na lokaciji Kutjevo, a u 2018. godini oborine su bile manje za 43,6 mm na lokaciji Osijek i za 130,1 mm na lokaciji Kutjevo. Manjak oborina u 2018. godini bio je isključivo u početnim fazama rasta (klijanje i nicanje). Temperatura zraka (°C) u godinama istraživanja na lokacijama Osijek i Kutjevo bila je viša od višegodišnjega prosjeka. U 2017. godini na ispitivanim lokacijama temperatura zraka bila je viša za 0,7°C u odnosu na višegodišnje prosjeke lokacija. U 2018. godine temperatura zraka (°C) na lokaciji Osijek bila je viša za 2,0°C, dok je na lokaciji Kutjevo bila viša za 1,5°C u odnosu na višegodišnji prosjek. Proizvodna 2018. godina bila je pogodnija za rast i razvoj soje osobito na lokaciji Osijek bez obzira na veće temperature zraka, te su prinosi i kakvoća zrna na navedenoj lokaciji bili bolji.

S obzirom na to da su u pokusu bili genotipovi različitih grupa dozrijevanja, parcelice su skidane ručno škarama rezom ispod prve mahune pri vlazi zrna od 14%, a biljke su u snopovima nošene u skladište na vršenje te su izmjerene na stacioniranoj vagi. Nakon vaganja uzorci su analizirani analizatorom NIR (*FOS Infratec 1241*), na kojemu su odrađene analize udio ulja i proteina. Svi prikupljeni podatci analizirani su statistički analizom varijance, a razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su testom LSD na razini 0,05 i 0,01.

Tablica 1. Količina oborina i temperatura tijekom vegetacijskoga razdoblja u 2017. i 2018. godini

Table 1. Rainfalls and temperatures in vegetation years 2017 and 2018

Mjesec /Month	Osijek				Kutjevo			
	Temp.	Obor. Rainf.	Temp.	Obor. Rainf.	Temp.	Obor. Rainf.	Temp.	Obor. Rainf.
	2017. (°C)	2017. (mm)	2018. (°C)	2018. (mm)	2017. (°C)	2017. (mm)	2018. (°C)	2018. (mm)
IV	11,2	42,4	16,5	21	12,2	54	16,7	27
V	17,8	50,6	20,4	49	17,1	57,6	19,4	38,4
VI	22,7	45,4	21,4	97	22,3	57,6	20,8	110,8
VII	23,5	64	22,3	90,5	23,3	36,4	21,9	103,6
VIII	23,7	30	24,1	52	23,9	26	23,4	61,8
IX	16,2	80,3	18,1	64,2	16	108,8	17,3	44,8
*Prosjeci /Average Zbroj / Sum	19,2	312,7	20,5	373,7	19,1	340,4	19,9	386,4
**Prosjeci /Average Zbroj / Sum	18,5	417,3	18,5	417,3	18,4	516,5	18,4	516,5

*U godinama istraživanja / In research years;

**Višegodišnji prosjek lokacije / Perennial average of location

REZULTATI I RASPRAVA

Prema Martinčiću i Konzumliki (1996.), kvantitativna svojstva vrlo su podložna utjecaju ekoloških čimbenika. Udio proteina i ulja u zrnu uglavnom je u negativnome odnosu Chung i sur. (2003.) i Varnica i sur. (2018.).

Analizom varijance proučavanih svojstava soje (Tablica 2) utvrđen je značajan utjecaj genotipa te interakcije genotipa i godine na prinose, udio ulja i proteina. Interakcija genotipa x lokacija utjecala je samo na visinu prinosa zrna. Slično rezultate navode Josipović i sur. (2013.) i Sudarić i sur. (2006.).

Tablica 2. Rezultati analize varijance

Table 2. Results of analysis of variance

Utjecaj / Influence	DF	Prinos / Yield		Protein / Protein		Ulje / Oil	
		MS	Sig.F	MS	Sig. F	MS	Sig.F
Lokacija / Location (L)	1	3,463	n.s.	1,722	n.s.	2,801	n.s.
Rep / Repetition r(L)	2	0,038	n.s.	0,547	n.s.	0,050	n.s.
Godina / Year (Y)	1	9,960	n.s.	18,387	n.s.	7,400	n.s.
Godina x Lokacija / Year x Location (YxL)	1	0,001	n.s.	0,504	n.s.	0,015	n.s.
Greška Godina / Error Year (Y)	2	0,003	n.s.	0,896	n.s.	0,002	n.s.
Genotip / Genotype (G)	19	3,730	**	10,821	**	1,701	*
Genotip x Lokacija / Genotype x Location (GxL)	19	0,392	**	1,021	n.s.	0,050	n.s.
Genotip x Godina / Genotype x year (GxY)	19	0,112	**	1,757	*	0,668	**
Genotip x Lokacija x Godina / Genotype x Location x Year (GxLxY)	19	0,052	n.s.	0,594	n.s.	0,042	n.s.
Ostatak / Remain	76	0,050	n.s.	0,829	n.s.	0,050	n.s.
Ukupno / Sum	159	0,621		2,240		0,383	

**značajno kod $P=0,01$ / significantly at $P=0.01$;

*značajno kod $P=0,05$, n.s. nije statistički značajno / significantly at $P=0.05$, n.s. not statistically significantly

Udio ulja u zrnu soje kvantitativno je svojstvo, te je pod jakim utjecajem vanjske sredine, genetskoga sastava i njihove interakcije.

Udio ulja u zrnu istraživanih genotipova na dvije lokacije u dvije godine istraživanja prikazan je u Tablici 3. Prema rezultatima analize varijance za genotip te interakciju genotip x godina na udio ulja dobivena je statistička opravdanost na razini ($P<0,05$ i $P<0,01$). U odnosu na druge genotipove u pokusu prosječno najveći udio ulja imao je genotip Pedro 22,22%, i to je statistički visoko opravdana razlika ($P<0,01$). Prosječni udio ulja u 2018. godini iznosi 21,51 % i bio je kod sedamnaest genotipova veći nego u 2017. godini. Prosječni udio ulja u 2017. godini iznosio je 21,08%, odnosno bio je 0,43% manji, osim kod genotipova Pedro, Sunce i Gala PZO, koji su

imali veći udio ulja u 2017. godini. Najveći prosječni udio ulja ostvario je genotip Pedro, 22,45% u 2017. godini, a najmanji udio ulja ostvario je genotip DH5170, 19,94% u istoj godini.

Proučavajući različite genotipove soje slične podatke dobili su Hrustić i sur. (1998.), Jukić i sur. (2006.), Varnica i sur. (2018.) i Jukić i sur. (2019.), kod kojih su dobiveni rezultati statistički visoko opravdani ($P<0,01$) za udio ulja i proteina u zrnu soje. Sudarić i sur. (2006.) navode kako je interakcija genotipa x okoline manje značajna nego utjecaj genotipa x godine, osobito za udio ulja. Popović i sur. (2013.) navode kako testirani genotipovi utječu na udio ulja te kako se udio ulja u zrnu soje značajno razlikovao tijekom godina ($P<0,01$).

Tablica 3. Prosječni udio ulja po genotipovima na istraživanim lokacijama i godinama

Table 3. Average oil content by genotype at investigated locations and years

Genotip Genotype	2017.			2018.			Ukupni prosjek Total average
	Osijek	Kutjevo	Prosjek Average	Osijek	Kutjevo	Prosjek Average	
Ascasubi	21,46	21,33	21,39	21,75	21,57	21,66	21,52
Buga	20,93	20,50	20,71	21,25	20,94	21,09	20,90
DH5170	20,10	19,78	19,94	22,25	22,15	22,20	21,07
ES Pallador	20,48	20,08	20,28	20,85	20,38	20,62	20,45
Gala PZO	21,50	21,41	21,46	21,26	21,25	21,26	21,36
Galina	20,22	20,11	20,17	21,58	21,08	21,33	20,75
Ika	21,79	21,51	21,65	21,77	21,91	21,84	21,74
Korana	21,00	20,93	20,97	21,09	20,98	21,03	21,00
Lucija	21,17	20,96	21,07	21,99	21,27	21,63	21,35
Merkur	20,37	20,16	20,26	21,31	20,84	21,07	20,67
NS Maximus	21,05	20,92	20,98	22,05	21,34	21,70	21,34
OS Zora	21,43	21,23	21,33	22,02	21,82	21,92	21,62
Pedro	22,56	22,35	22,45	21,90	22,08	21,99	22,22
Sara	21,40	21,06	21,23	21,42	21,32	21,37	21,30
Seka	21,83	21,65	21,74	22,05	21,64	21,84	21,79
Sonja	21,60	21,11	21,35	22,14	21,99	22,06	21,71
Sunce	21,05	20,75	20,90	21,10	20,37	20,73	20,82
Tena	21,32	21,30	21,31	21,79	21,76	21,78	21,54
Zlata	20,91	20,43	20,67	21,48	21,04	21,26	20,96
Zora	21,95	21,63	21,79	22,05	21,71	21,88	21,83
Prosjek/Average	21,20	20,96	21,08	21,65	21,37	21,51	21,30
LSD	(G)		(GxL)		(GxY)		(GxLY)
P<0.05	0,22		n.s.		0,31		n.s.
P<0.01	n.s.		n.s.		0,42		n.s.

U Tablici 4 prikazan je udio proteina u zrnu za istraživane genotipove na dvije lokacije u dvije godine istraživanja. Prema provedenom istraživanju, analizom varijance utvrđene su statistički visoko opravdane razlike između genotipova ($P < 0,01$) i statistički opravdane razlike za interakciju genotip x godina ($P < 0,05$) na udio proteina. Prosječno najveći udio proteina u godinama istraživanja imao je genotip Zlata: 42,41%. Između genotipova Zlata, Sunce, Pedro i ES Pallador nema statistički značajne razlike. U 2018. godini ostvaren je prosječno veći udio proteina, za 0,43%. Od dvadeset istraživanih genotipova, sedamnaest genotipova ostvarilo je veći udio proteina u 2018. godini, osim genotipova Zora, Sunce i Gala PZO, koji su imali veći udio proteina u 2017. godini. Najveći prosječni udio proteina ostvario je genotip Zlata 42,89% u 2018. godi-

ni, a najmanji udio proteina ostvario je genotip Galina 36,75% u 2017. godini.

Slične podatke dobili su Jukić i sur. (2019.) proučavajući deset najzastupljenijih genotipova u Hrvatskoj. Isti autori utvrdili su statistički opravdane razlike između sorata za svojstvo udjela proteina, a najveći udio proteina imali su genotipovi Zlata 43,00% i Merkur 42,18%, među kojima nije bilo statistički značajne razlike. Sudarić i sur. (2001.) utvrdili su statistički značajno viši udio proteina ($P < 0,01$) kod pet linija, dok su preostali genotipovi imali viši udio proteina od prosjeka pokusa, ali bez statističke opravdanosti. Proučavajući dvanaest genotipova u dvije godine, Miladinović i sur. (2004.) zaključuju da udio proteina u zrnu soje, usprkos velikoj heritabilnosti, pokazuje izraženu međuzavisnost u odnosu na druga svojstva, i to prvenstveno na udio ulja.

Tablica 4. Prosječni udio proteina po genotipovima na istraživanim lokacijama i godinama

Table 4. Average protein content by genotype at investigated locations and years

Genotip Genotype	2017.			2018.			Ukupni prosjek Total average
	Osijek	Kutjevo	Prosjek Average	Osijek	Kutjevo	Prosjek Average	
Ascasubi	37,53	36,77	37,15	38,50	37,24	37,87	37,51
Buga	41,05	39,90	40,48	42,05	41,87	41,96	41,22
DH5170	41,18	41,03	41,10	41,70	41,57	41,64	41,37
ES Pallador	42,15	42,08	42,11	42,40	42,42	42,41	42,26
Gala PZO	41,45	41,51	41,48	41,19	40,80	40,99	41,23
Galina	39,20	34,29	36,75	40,90	40,46	40,68	38,71
Ika	40,15	40,43	40,29	40,63	41,07	40,85	40,57
Korana	40,20	40,68	40,44	41,67	41,82	41,74	41,09
Lucija	40,58	40,90	40,74	41,09	41,31	41,20	40,97
Merkur	40,54	40,79	40,66	42,03	41,63	41,83	41,24
NS Maximus	39,88	39,73	39,80	40,00	39,64	39,82	39,81
OS Zora	40,51	40,83	40,67	40,72	40,91	40,81	40,74
Pedro	41,48	41,18	41,33	42,10	41,42	41,76	41,54
Sara	40,65	41,04	40,84	41,07	41,47	41,27	41,06
Seka	39,98	38,88	39,43	40,75	40,45	40,60	40,01
Sonja	40,60	40,83	40,72	40,87	41,54	41,20	40,96
Sunce	42,58	42,50	42,54	42,05	41,94	41,99	42,27
Tena	40,00	40,13	40,06	40,38	40,90	40,64	40,35
Zlata	41,72	42,17	41,94	42,91	42,87	42,89	42,41
Zora	40,83	40,18	40,50	40,55	40,33	40,44	40,47
Prosjek/Average	40,61	40,29	40,45	41,18	41,08	41,13	40,79
LSD	(G)		(GxL)		(GxY)		(GxLY)
P<0.05	0,91		n.s		1,28		n.s
P<0.01	1,20		n.s		n.s		n.s

Prinos zrna istraživanih genotipova na dvije lokacije u dvije godine istraživanja prikazani su u Tablici 4. Prema rezultatima istraživanja dobivene su statistički značajne razlike ($P<0,01$) između genotipova, interakcije genotipa x lokacije i interakcije genotipa x godine za svojstvo prinosa zrna. Prosječno najveći prinos u godinama istraživanja imali su genotipovi OS Zora 5,88 t/ha, Ika 5,85 t/ha i Pedro 5,63 t/ha. Između genotipova OS Zora i Ika nije bilo statistički opravdane razlike, dok su razlike između genotipova OS Zora i Pedra statistički opravdane ($P<0,05$), a nema statistički značajne razlike između genotipova Ika i Pedra. U 2018. godini ostvareni su prosječno veći prinosi zrna prvenstveno zbog povoljnog rasporeda oborina tijekom cvatnje i zriobe. Od dvadeset istraživanih genotipova, sedamnaest ih je ostvarilo veći prinos zrna u 2018. godini, osim genotipova DH5170, Korane i Zora, koje su imale veći prinos u 2017. godini. Najveći prosječni prinos zrna ostvario je genotip OS Zora, 6,17 t/ha u 2018. godini, a najmanji prinos zrna imao je genotip Buga, 3,08 t/ha u 2017. godini.

Slične rezultate dobili su Popović i sur. (2010.) proučavajući deset genotipova na dvije lokacije u dvije godine. Zaključuju kako su se prosječni prinosi tijekom godina i sorata značajno razlikovali ($P<0,01$). Jukić i sur. (2010.), proučavajući razlike u prinosu zrna soje, navode kako genotipovi i interakcija s godinama i lokacijama imaju visoko značajan utjecaj na ekspresiju svojstava zrna. Bilgili i sur. (2005.), proučavajući jedanaest genotipova u Turskoj kroz dvogodišnji pokus, navode kako postoji statistička opravdanost za prinos zrna, ali naglašavaju da su te razlike male. Assefa i sur. (2018.) navode kako prinos soje u četrnaest država SAD-a (glavne regije proizvodnje) u razdoblju od 2012. do 2016. godine pokazuje značajnu povezanost s okolinom i grupom zriobe. Popović i sur. (2013.) u dvogodišnjem istraživanju navode kako godina, genotip i njihova interakcija imaju statistički značajan utjecaj ($P<0,01$ i $P<0,05$) na prinos zrna soje. Sudarić i sur. (2006.) navode kako su tri pokusa bila više pod utjecajem godine nego lokacije, te je prinos i udio proteina bio pod većim utjecajem klimatskih promjena nego udio ulja.

Tablica 5. Prosječni prinos po genotipovima na istraživanim lokacijama i godinama

Table 5. Average yield by genotype at investigated locations and years

Genotip Genotype	2017			2018			Ukupni prosjek Total average
	Osijek	Kutjevo	Prosjek Average	Osijek	Kutjevo	Prosjek Average	
Ascasubi	4,10	3,82	3,96	4,48	4,37	4,42	4,19
Buga	3,08	2,96	3,02	3,44	3,32	3,38	3,20
DH5170	3,58	3,25	3,41	4,50	3,98	4,24	3,82
ES Pallador	3,92	3,42	3,67	4,45	3,97	4,21	3,94
Gala PZO	3,87	3,39	3,63	4,64	3,89	4,26	3,94
Galina	4,74	4,00	4,37	5,57	5,05	5,31	4,84
Ika	5,88	5,57	5,72	6,13	5,85	5,99	5,85
Korana	4,36	4,66	4,51	4,17	4,62	4,40	4,45
Lucija	4,15	4,76	4,45	4,66	5,39	5,03	4,74
Merkur	3,91	4,53	4,22	4,29	5,30	4,79	4,50
NS Maximus	4,57	4,08	4,32	4,97	4,61	4,79	4,56
OS Zora	5,83	5,36	5,60	6,58	5,76	6,17	5,88
Pedro	5,70	5,33	5,51	6,32	5,20	5,76	5,63
Sara	4,92	4,65	4,78	5,28	4,92	5,10	4,94
Seka	4,45	4,02	4,23	4,86	4,31	4,58	4,41
Sonja	4,36	4,08	4,22	4,83	4,34	4,58	4,40
Sunce	4,59	4,06	4,32	5,01	5,10	5,05	4,69
Tena	4,69	4,14	4,41	5,25	5,12	5,18	4,80
Zlata	3,98	3,42	3,70	4,41	3,96	4,19	3,94
Zora	4,10	3,47	3,78	4,98	3,81	4,39	4,09
Prosjek/Average	4,44	4,15	4,29	4,94	4,64	4,79	4,54
LSD	(G)		(GxL)		(GxY)		(GxLY)
P<0.05	0,08		0,11		0,11		n.s
P<0.01	0,11		0,16		0,16		n.s

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja o utjecaju genotipa, godine i lokacije na prinos zrna, udio ulja i proteina može se zaključiti sljedeće: analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj genotipa ($P < 0,05$) i statistički visoko značajan utjecaj ($P < 0,01$) interakcije genotipa x godine za udio ulja u zrnu.

Utjecaj genotipa na udio proteina u zrnu bio je statistički visoko opravdan ($P < 0,01$), a interakcija genotipa x godine imala je statistički opravdan utjecaj ($P < 0,05$).

Prema dobivenim rezultatima za prinos zrna utvrđen je statistički visoko opravdan utjecaj ($P < 0,01$) genotipa, interakcije genotipa x godine i interakcije genotipa x lokacije.

U svim godinama istraživanja prosječno veći prinos, udio ulja i proteina ostvaren je na lokaciji Osijek. U 2018. godini ostvareni su prosječno veći udjeli ulja, proteina i prinos zrna u odnosu na 2017. godinu. Ovo se može pripisati većoj količini oborina u istraživanim godinama na lokaciji Osijek, kao i ukupno većim količinama

oborina u 2018. u odnosu na 2017. godinu. Budući da su dvije istraživane godine bile sušnije od prosjeka, za donošenje preciznijih zaključaka istraživanja bi trebalo nastaviti

LITERATURA

1. Assefa, Y., Bajjalieh, N., Archontoulis, S., Casteel, S., Davidson, D., Kovacs, P., Naeve Ingacio, S. & Ciampitti, A. (2018). Spatial characterization of soybean yield and quality (amino acids, oil and protein) for United States, *Scientific Reports*, 8, 14653.
2. Bilgili, U., Sincik, M., Goksoy, A. T., Turan, Z. M., & Ecikgoz, E. (2005). Forage and grain yield performances of soybean lines, *Journal of Central European Agriculture*, 6(3), 397-402.
3. Chung, J., Babka, G. I., Greaf, P. E., Staswick, D. J., Cregan, P. B., Shoemaker, R. C. & Specht, J. E. (2003). The Seed Protein, Oil and Yield QTL on Soybean Linkage Group I. *Crop Sci.* 43. 1053-1067.
4. Cicek, M. S., Chen, P. Y., Marrof, M. A. S., & Buss, G. R. (2006). Interrelationships among agronomic and seed

- quality traits in an interspecific soybean recombinant inbred population. *Crop Science*, 46(3), 1253-1259.
5. Čavlovićak, S., Šarčević, H., Bukan, M., Maričević, M., Ikić, I., & Pejić, I. (2015). Utjecaj norme sjetve na prinos i masu 1000 zrna soje, 50. hrvatski i 10. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, 86-87.
 6. FAOSTAT (2016). Production Quantities of soybeans by country. (Online) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>, (Accessed 12 February 2018)
 7. Galić Subašić, D., Jurišić, M., Sudarić, A., Josipović, M., & Rapčan, I. (2017). Visina biljaka i urod zrna soje u zavisnosti o godini, navodnjavanju i sorti. *Poljoprivreda*, 23 (2), 19-24.
 8. Hrustić, M., Vidić, M., Miladinović, J., & Tatić, M. (1998). Utjecaj ekoloških faktora na sadržaj proteina i ulja u zrnu soje. *Proizvodnja i prerada uljarica*, 39, 41-46.
 9. Hu, M., & Wiatrak, P. (2012). Effect of planting date on soybean growth, yield and grain quality. *Agronomy Journal*, 104(3), 785-790.
 10. Jukić, G., Guberac, V., & Marić, S. (2006). Utjecaj lokaliteta i godine uzgoja na sadržaj ulja i bjelančevina u sjemenu soje. *Sjemenarstvo*, 23(5-6), 429-436.
 11. Jukić, G., Čupić, T., Marić, S., Jukić, R., & Teodorović, R. (2010). Utjecaj agroekoloških uvjeta na prinos zrna soje. *Sjemenarstvo*, 27(3-4), 103-112.
 12. Jukić, G., Varnica, I., Šunjić, K., Delić, I., & Cegur, Ž. (2019). Kakvoća najzastupljenijih sorti soje u Republici Hrvatske, 54. hrvatski i 14. međunarodni simpozij agronoma, Vodice, Hrvatska, 77-78.
 13. Josipović, A., Viljevac, M., Sudarić, A., Markulj, A., Liović, I., & Kovačević, J. (2013). Utjecaj genotipa i okoline na fotosintetsku učinkovitost soje, 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska, 88-89.
 14. Koti, R. V., Chetti, M. B., Hiremath, S. M., & Patil, S. A. (1998). Seed composition as influenced by seasons in soybean genotypes. *Annals of plant Physiology*, 12, 87-92.
 15. Kranjac, D., Zmaić, K., Sudarić, T., Grgić, I., & Zrakić, M. (2019). Pregled i perspektiva tržišta soje u Republici Hrvatskoj do 2030. godine primjenom modela parcijalne ravnoteže, 54. hrvatski i 14. međunarodni simpozij agronoma, Vodice, Hrvatska, 127-131.
 16. Lei, M., Bin, I., Fenxia, H., Shurong, Y., Lianzheng, W., & Junming, S. (2015). Evaluation of the chemical quality traits of soybean seeds, as related to sensory attributes of soymilk. *Food Chemistry*, 173, 694-701.
 17. Liu, F., Andersen, M. N., & Jensen, C. R. (2003). Loss of pod set caused by drought stress is associate with water status and ABA content of reproductive structures in soybean, *Functional Plant Biology*, 30(3), 271-280.
 18. Martinčić, J., & Konzumplik, V. (1996): Oplemenjivanje bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek, Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb.
 19. Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M., Tatić, M., & Balešević-Tubić, S. (2004). Međuzavisnost prinosa, sadržaja ulja i dužine trajanja vegetacijskog perioda na sadržaj proteina u zrnu novih sorti soje, *Naučni institute za ratarstvo i povrtlarstvo Novi Sad, Zbornik radova*, 40, 227-234.
 20. Popović, M. V. (2010). Agrotehnički i agroekološki utjecaj na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje, *PhD Thesis, Poljoprivredni fakultet Zemun*, 21-32.
 21. Popović, V., Miladinović, J., Tatić, M., Djekić, V., Dozet, G., Đukić, V., & Grahovac, N. (2013). Stability of soybean yield and quality components, *Journal of Agricultural Research*, 8(45), 5651-5658.
 22. Schuab, S. R. P., Braccini, A. L., Terrarese Filho, O., Scapim, C. A., & Braccini, M. C. L. (2001). Physiological seed quality evaluation and seedling lipid and protein content of soybean in the presence of p-coumaric acid. *Seed Science and Technology*, 9(1), 151-162.
 23. Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena uljarica i predvog bilja, Narodne novine, br. 63/07, 20/13 i 123/16.
 24. Sudarić, A., Vratarić, M., Sudar, R., & Duvnjak, T. (2001). Genetski napredak u kvantitativnim svojstvima uroda i kakvoće zrna Os-linija soje I grupe zriobe. *Poljoprivreda*, 7(2), 9-15.
 25. Sudarić, A., Vratarić, M., & Duvnjak, T. (2002). Quantitative genetic analysis of yield components and grain yield for soybeans cultivars. *Poljoprivreda*, 8, 11-15.
 26. Sudarić, A., Šimić, D., & Vratarić, S. (2006). Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of southeast Europe, *Plant Breeding* 125, 191-194.
 27. Varnica, I., Petrović, S., Rebekić, A., Guberac, S., Jukić, K., & Jukić, G. (2018). Characterization and interrelationships of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] yield components during dry and humid season. *Journal of Central European Agriculture*, 19, 466-481.
 28. Vollmann, J., Fritz, C. N., Wagentristl, H., & Ruckenbauer, P. (2000). Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(9), 1300-1306.

INFLUENCE OF GENOTYPE, YEAR AND LOCATIONS ON YIELD, OIL AND PROTEIN CONTENT OF SOYBEAN - *Glycine max* (L.) Merr.

SUMMARY

During the years 2017 and 2018, field studies were carried out on the impact of year, location and interaction of genotype x location and genotype x year on yield, oil and protein content of soybean seed. The experiment included twenty most common soybean genotypes of different maturation groups, which have a 75% share in the sowing structure. The experiment was set up on locations Osijek and Kutjevo, in two repetitions, in a randomized block design. In 2018, an average higher seed yield, oil content and protein content were achieved primarily due to proper distribution of rainfall. Location Osijek in years of research had an average higher seed yield, and oil and protein content. According to the obtained results of the variance analysis for genotype, interaction of genotype x location and genotype x year, statistically highly justified differences ($P < 0.01$) were obtained for seed yield. For genotype and interaction of genotype x year, statistically justified differences ($P < 0.05$) were obtained for the oil and protein content. Research results will contribute to the proper selection of genotypes depending on the purpose of production in order to exploit the genetic potential of the genotype which is most suitable for a particular location.

Keywords: soybean, yield, location, oil and protein content

(Primljeno 11. travnja 2019.; prihvaćeno 17. listopada 2019. - Received on April 11, 2019; accepted on October 17, 2019)