

Visina biljaka i urod zrna soje u zavisnosti o godini, navodnjavanju i sorti

Plant height and grain yield of soybean depending on the year, irrigation and variety

Galić Subašić, D., Jurišić, M., Sudarić, A., Josipović, M., Rapčan, I.

Poljoprivreda/Agriculture

ISSN: 1848-8080 (Online)

ISSN: 1330-7142 (Print)

<http://dx.doi.org/10.18047/poljo.23.2.3>



Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Poljoprivredni institut Osijek

Faculty of Agriculture in Osijek, Agricultural Institute Osijek

VISINA BILJAKA I UROD ZRNA SOJE U ZAVISNOSTI O GODINI, NAVODNJAVANJU I SORTI

Galić Subašić, D.⁽¹⁾, Jurišić, M.⁽¹⁾, Sudarić, A.⁽²⁾, Josipović, M.⁽²⁾, Rapčan, I.⁽¹⁾

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

U trogodišnjim poljskim ispitivanjima utvrđen je utjecaj godine, tretmana navodnjavanja i sorte na visinu biljaka i urod zrna soje u uvjetima istočne Hrvatske. Statistički vrlo značajan utjecaj ($P=0,01$) na visinu biljaka soje pokazuju sva tri ispitivana faktora, kao i njihove interakcije, izuzev interakcije navodnjavanja i sorte koja je bila značajna na razini $P=0,05$. Na urod zrna soje ispitivani faktori, kao i sve njihove interakcije, utječu na razini značajnosti $P=0,01$. Dobivene vrijednosti uroda zrna soje tijekom istraživanja (uglavnom veće od 3000 kg ha^{-1}), ukazuju na važnost odabira sorte i tretmana navodnjavanja u prilagodbi proizvodnje soje nepovoljnim vremenskim utjecajima godine.

Ključne riječi: soja, klimatski uvjeti, navodnjavanje, sorta, visina biljaka, urod zrna

UVOD

Registrirane sorte soje Poljoprivrednog instituta Osijek uzgajaju se na velikim površinama, s time da oko 10 sorata Instituta pokriva oko 70% ukupnih površina pod proizvodnjom soje u Republici Hrvatskoj. Odlikuje ih visoki potencijal rodosti i široka adaptabilnost, što značajno doprinosi horizontalnome i vertikalnome povećanju proizvodnje soje u zemlji (Sudarić i sur., 2012.). Proizvodnja je soje 2015. godine doživjela svoju ekspanziju na području Republike Hrvatske. U toj godini, proizvodnja je soje bila organizirana na 88.867 ha, što je povećanje za oko 40% u odnosu na 2014. godinu, kada su površine iznosile 47.104 hektara (Državni zavod za statistiku, 2016.).

Uz veću potražnju hrane, postoji potreba za održivim rješenjima za borbu s gubitkom produktivnosti zbog stresa suše (Prudent i sur., 2015.). Garcia i sur. (2010.) pronalaze da postoje genotipske razlike glede njihove učinkovitosti korištenja vode, što naglašava važnost oplemenjivačkoga rada kao ključne strategije za postizanje optimalnih uroda, uz smanjeno korištenje vode u dopunskome navodnjavanju. Urodi zrna soje manji su kada je veći intenzitet i dužina trajanja suše tijekom različitih faza rasta (Josipović i sur., 2011.; Singh i sur. 2012.). Evidentno je da soja dobro podnosi sušu do faze cvatnje, a ukoliko se suša i dalje nastavi, soja daje značajno manje urode (Adeboye i sur., 2015.).

Navodnjavanje ima statistički značajan učinak za ublažavanje štetnih klimatskih utjecaja suše i nedostatka vode na usjev soje (Zhang i sur., 2015.).

MATERIJAL I METODE

Na površinama Poljoprivrednog instituta u Osijeku proveden je poljski pokus s ciljem utvrđivanja utjecaja godine, navodnjavanja i sorte na visinu biljaka i urod zrna soje. Pokus je postavljen prema split-split plot dizajnu, gdje su faktori bili godina, navodnjavanje i sorta soje u tri ponavljanja. Godine istraživanja (G), kao glavni faktor, su 2013. (G_1), 2014. (G_2) i 2015. (G_3). Tretman navodnjavanja (N) je pod-faktor: N_1 - bez navodnjavanja (kontrola), N_2 - sadržaj vode u tlu održavan od 60 do 100% RKV (retencijskoga kapaciteta tla za vodu = RKV), N_3 - sadržaj vode u tlu održavan od 80 do 100% RKV. Kao pod-pod-faktor korištene su sorte (S) Poljoprivrednog instituta Osijek različitih grupa zriobe (GZ): Lucija (GZ00, S_1), Vita (GZ0, S_2), Ika (GZ0-I, S_3) i Tena (GZ0-I, S_4). Sjetva je izvršena 25. travnja 2013., 7. svibnja 2014. i 21. travnja 2015. Veličina osnovne parcele iznosila je 30 m^2 , s tri reda dužine 20 m i međurednim razmakom od 50 cm. Nekoliko dana prije žetve sa svake parcele izu-

(1) Daria Galić Subašić, dipl. ing. (dgsbasic@pfos.hr), prof. dr. sc. Mladen Jurišić, izv. prof. dr. sc. Irena Rapčan – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, (2) Dr. sc. Aleksandra Sudarić, dr. sc. Marko Josipović - Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

zeto je 12 biljaka i određena je prosječna visina biljaka. Žetva je izvršena 15. listopada i 9.-10. listopada 2013., odnosno 2014. Posljednje godine pokusa sorta Lucija požnjevena je 24. rujna, a ostale sorte 6. listopada. Urod zrna određen je za svaku parcelu i preračunat u kg ha⁻¹, na bazi 13% vode. Rezultati su statistički obrađeni u računalnome programu Statistica 9 (StatSoft, Inc., 2010.), a dobivene vrijednosti interpretirane. Tijekom istraživanja praćeni su meteorološki pokazatelji (količina oborina i srednja temperatura zraka) te su uspoređeni s višegodišnjim prosjekom za istraživano područje. Srednja temperatura zraka u tri istraživane godine (Tablica 1.) nije značajno odstupala od višegodišnjega prosjeka koji iznosi 18,17°C za mjesec vegetacije soje, osim u 2015. godini, gdje je bila nešto viša (19,48°C).

Kada se uspoređuje prosjek srednjih mjesečnih temperatura za mjesec vegetacije soje u istraživanim godinama, također se ne nalaze značajnija odstupanja od višegodišnjega prosjeka, iako su srpanj i kolovoz 2015. godine imali značajno veću srednju temperaturu zraka (za 2,6, odnosno 2,4°C) od višegodišnjega prosjeka za te mjesec. Tijekom istraživanja utvrđene su značajne razlike u količini oborina između godina istraživanja i u odnosu na višegodišnji prosjek, i u mjesecima vegetacije soje i tijekom godine (Tablica 1.). Višegodišnji prosjek ukupnih oborina u mjesecima vegetacije iznosi 390,6 mm, a za cijelu godinu 682,6 mm. U prvoj godini pokusa (2013. godina) ukupno je palo 767,6 mm oborina, a u vegetaciji soje 420,6 mm.

Tablica 1. Prosječna temperatura zraka (°C) i oborine (mm) u istraživanim godinama i višegodišnji prosjek za područje Osijeka

Table 1. Average air temperature (°C) and precipitation (mm) in investigated years and multi-year average for Osijek area

Godina/Mjesec Year/Month	2013.	2014.	2015.	1981.-2010.
Prosječne temperature zraka - Average air temperatures (°C)				
I.	2,1	3,7	2,9	-0,1
II.	2,9	5,6	2,5	1,6
III.	5,2	9,5	7,5	6,5
IV.	13,1	13,2	12,1	11,8
V.	16,7	16,1	17,8	17,1
VI.	20,0	20,5	20,8	20,1
VII.	22,9	21,9	24,6	22,0
VIII.	22,9	20,8	23,7	21,3
IX.	15,9	17,0	17,9	16,7
X.	13,7	13,3	11,1	11,6
XI.	7,8	8,3	7,5	5,6
XII.	1,6	3,5	3,2	1,3
Prosjek/Average IV.-IX.	18,58	18,25	19,48	18,17
Prosjek/Average I.-XII.	12,07	12,78	12,63	11,29
Oborine - Precipitation (mm)				
I.	60,8	36,0	73,7	45,7
II.	85,8	48,0	57,1	35,6
III.	84,3	39,4	50,5	44,7
IV.	44,9	81,3	12,9	52,4
V.	119,0	161,4	113,4	63,9
VI.	63,6	91,0	17,1	87,1
VII.	36,5	66,4	25,6	56,0
VIII.	32,9	54,3	105,8	68,3
IX.	123,7	68,9	41,1	62,9
X.	52,3	87,9	142,1	52,5
XI.	63,8	8,8	45,1	59,6
XII.	0,0	66,0	1,9	53,9
Ukupno/Total IV.-IX.	420,6	523,3	315,9	390,6
Ukupno/Total I.-XII.	767,6	809,4	686,3	682,6

Druga godina pokusa bila je još vlažnija od prve, s ukupno 523,3 mm u vegetaciji soje (ukupno kroz godinu 809,4 mm). U 2015. ukupno je palo 686,3 mm, što je na razini višegodišnjega prosjeka, ali neravnomjerno raspoređeno. U samoj vegetaciji soje palo je 74,7 mm manje od višegodišnjega prosjeka. Može se reći da je, što se tiče oborina u vegetaciji soje, prva godina pokusa bila u razini višegodišnjega prosjeka, dok su druga i treća bile iznad, odnosno ispod višegodišnjega prosjeka. Analizirajući prikazane klimatske pokazatelje, primjetno je da je 2015. godina bila nepovoljnija za poljoprivrednu proizvodnju u istraživanome području. Karakterizirao ju je nedostatak oborina, posebno u lipnju i srpnju, te visoke temperature zraka.

REZULTATI I RASPRAVA

Nedostatak vode glavni je faktor koji ograničava proizvodnju zrna soje (Napoles i sur., 2009.). Marković i sur. (2016.) zaključuju da analiza vremenskih uvjeta pokazuje potrebu za dodatnim navodnjavanjem u sub-humidnome području istočne Hrvatske. Soja pokazuje osjetljivost na nedostatak oborina tijekom srpnja i kolovoza, što odgovara fazama R3 (početak formiranja mahuna), R4 (puni razvoj mahuna) i R5 (začetak formiranja sjemena) (Vratarić i Sudarić, 2008.). Veći zahtjevi za vodom soje tijekom reproduktivnih faza u godinama s nedovoljnim količinama i lošom raspodjelom oborina tijekom sezone rasta mogu se nadoknaditi odgovarajućim induciranim navodnjavanjem.

Visina biljaka soje, kako navode Vratarić i Sudarić (2008.), zavisi o genotipu, načinu i uvjetima uzgoja. To je svojstvo izravno povezano s urodom, stupnjem polije-ganja i učinkovitošću u mehaniziranoj žetvi. U oplemenjivanju soje, selekcija na poželjnu visinu od temeljnoga

je značaja u razvoju sorti široke adaptabilnosti (Soares i sur., 2015.). Lu i sur. (2017.) također zaključuju da je visina biljaka važno agronomsko svojstvo, koje utječe na urod i kakvoću usjeva te da postoji velika varijacija u visini biljaka soje. U našem se ispitivanju pokazalo da sva tri faktora, kao i njihove interakcije, značajno djeluju na visinu biljaka soje (Tablica 2.). U vegetaciji soje 2013. godine palo je 420,6 mm oborina, što je nešto više (30,0 mm) od višegodišnjega prosjeka za to područje (390,6 mm). Prosječna visina biljaka soje, bez obzira na tretman navodnjavanja i sortu, iznosila je 84,20 cm. Sljedeće je godine u vegetaciji soje palo daleko više oborina od višegodišnjega prosjeka (za 132,7 mm), dok je prosječna visina biljaka iznosila 82,11 cm. Najveća prosječna visina biljaka soje (96,68 cm) dobivena je u godini kada je u mjesecima vegetacije soje palo manje oborina (315,9 mm) od višegodišnjega prosjeka. Navedeno je u suprotnosti s općom agronomskom i stručnom logikom, prema kojoj veća količina oborina rezultira većom visinom biljke. Međutim, količina oborina nije jedini činitelj rasta biljaka, već razlike u visini biljaka soje po godinama ispitivanja treba promatrati povezane s temperaturama zraka, količinom i rasporedom oborina tijekom vegetacije soje, stupnjem tolerantnosti sorte na nepovoljne abiotske činitelje, kao i stupnjem regeneracije sorte nakon dužega djelovanja nepovoljnih vremenskih uvjeta (vodni i/ili toplinski stres). Irshad i sur. (2016.) također navode značajnu interakciju godine i sorte za visinu biljaka soje. Kako je bilo očekivano, navodnjavanje soje rezultiralo je višim biljkama. Tako je bez navodnjavanja prosječna visina biljaka iznosila 81,25 cm. Navodnjavanjem do 60-100%, odnosno 80-100% RKV (retencijskoga kapaciteta za vodu) povećava se prosječna visina biljaka, do 89,21, odnosno 92,53 cm.

Tablica 2. Srednje vrijednosti visine biljaka (cm) i uroda zrna soje (kg ha⁻¹) za svaki tretman s pripadajućim LSD-om (p=0,05 i p=0,01)

Table 2. Mean values of height plants (cm) and grain yield of soybean (kg ha⁻¹) for each treatment with the associated LSD (p = 0.05 and p = 0.01)

Utjecaj godine na visinu biljaka (cm) <i>Influence of year on plant height (cm)</i>		Utjecaj godine na urod zrna (kg ha ⁻¹) <i>Influence of year on grain yield (kg ha⁻¹)</i>	
G ₁	84,20	G ₁	3780
G ₂	82,11	G ₂	3695
G ₃	96,68	G ₃	3395
LSD 5%	2,2653	LSD 5%	103,3873
1%	2,9819	1%	136,0915
Utjecaj navodnjavanja na visinu biljaka (cm) <i>Influence of irrigation on plant height (cm)</i>		Utjecaj navodnjavanja na urod zrna (kg ha ⁻¹) <i>Influence of irrigation on grain yield (kg ha⁻¹)</i>	
N ₁	81,25	N ₁	2989
N ₂	89,21	N ₂	3845
N ₃	92,53	N ₃	4035
LSD 5%	2,3280	LSD 5%	61,0836
1%	3,0645	1%	80,4060

Utjecaj sorte na visinu biljaka (cm) <i>Influence of varieties on plant height (cm)</i>		Utjecaj sorte na urod zrna (kg ha ⁻¹) <i>Influence of varieties on grain yield (kg ha⁻¹)</i>	
S ₁	88,50	S ₁	3735
S ₂	80,80	S ₂	3375
S ₃	90,97	S ₃	3658
S ₄	90,38	S ₄	3726
LSD 5%	2,4193	LSD 5%	102,1620
1%	3,2670	1%	137,9586
Značajna interakcija G x N <i>Significant interaction G x N</i>		Značajna interakcija G x N <i>Significant interaction G x N</i>	
LSD 5%	4,4828	LSD 5%	117,6214
1%	6,2850	1%	164,9075
Značajna interakcija G x S <i>Significant interaction G x S</i>		Značajna interakcija G x S <i>Significant interaction G x S</i>	
LSD 5%	4,6192	LSD 5%	195,0587
1%	6,6368	1%	280,2568
Značajna interakcija N x S <i>Significant interaction N x S</i>		Značajna interakcija N x S <i>Significant interaction N x S</i>	
LSD 5%	4,6192	LSD 5%	195,0587
1%	n.s.	1%	280,2568
Značajna interakcija G x N x S <i>Significant interaction G x N x S</i>		Značajna interakcija G x N x S <i>Significant interaction G x N x S</i>	
LSD 5%	11,2547	LSD 5%	475,2625
1%	20,6596	1%	872,4100

G₁ - 2013. godina, G₂ - 2014. godina, G₃ - 2015. godina; G₁ - year 2013, G₂ - year 2014, G₃ - year 2015; N₁ - bez navodnjavanja, N₂ - 60-100% RKV, N₃ - 80-100% RKV; N₁ - no irrigation, N₂ - 60-100% FC, N₃ - 80-100% FC; S₁ - Lucija, S₂ - Vita, S₃ - Ika, S₄ - Tena; n.s. = neznajčajno; n.s. = non significant

Sorta Vita pokazuje najnižu visinu biljaka (80,80 cm), a sorta Ika najveću (90,97 cm). U dvogodišnjem istraživanju s 48 genotipova, Kumar i sur. (2014.) nalaze minimalnu visinu biljaka od 30,00 i 25,20 cm te maksimalnu od 85,90 i 93,20 cm (u prosjeku 54,78 i 52,83 cm). U pokusu sa 6 kultivara soje na dvije lokacije, Ribeiro i sur. (2017.) nalaze da visina biljaka varira od 64,5 cm do 80,3 cm, što je niže nego u našem ispitivanju. Nešto širi raspon visina (69-110,5 cm) kod 38 sorti nalaze Soares i sur. (2015.) u dvogodišnjim ispitivanjima. Urod zrna soje značajno varira s godinom, tretmanima navodnjavanja i sortom (Tablica 2.). Statističkom analizom utvrđene su značajne interakcije svih ispitivanih faktora što se tiče uroda zrna soje. Najmanji prosječni urod zrna, od 3395 kg ha⁻¹ dobiven je u 2015. godini, koja je bila najsušnija od tri ispitivane godine. Oborinama najbogatija godina (i u mjesecima vegetacije soje i ukupno kroz godinu, kao i u usporedbi s višegodišnjim prosjekom) rezultirala je urodom zrna od 3695 kg ha⁻¹, dok je najveći urod (3780 kg ha⁻¹) dobiven u godini koja je prema oborinama u razini višegodišnjega prosjeka za to područje. To je u skladu sa zaključkom Lawna (1982.) da urod zrna zavisi o sezonskome obrascu korištenja vode. Povezani agronomski uspjeh različitih strategija stoga zavisi o sezonskim profilima dostupnosti vode. Frederick i suradnici (2001.) navode da je ukupan urod zrna soje bio najveći u tretmanu navodnjavanja, što se potvrdilo i u našem ispitivanju. Tako je urod zrna od 4035 kg ha⁻¹ dobiven

u tretmanu N₃, dok je u tretmanu N₂ dobiven urod zrna od 3845 kg ha⁻¹. U tretmanu bez navodnjavanja soja je imala urod zrna od 2989 kg ha⁻¹. Dobivene vrijednosti za urod zrna veće su od vrijednosti koje navode De Costa i Shanmugathasan (2002.). U njihovim dvogodišnjim istraživanjima urod zrna iznosi 252-2509, odnosno 526-2154 kg ha⁻¹ kroz različite faze rasta i razvoja soje (vegetativna faza, cvatnja i nalijevanje mahuna) i različite režime navodnjavanja. Suprotno, u dvogodišnjim istraživanjima Maksimović i sur. (2004.) nalaze urod zrna soje bez navodnjavanja od 3025 kg ha⁻¹, a uz navodnjavanje od 60%, 70% i 80% RKV urod od 4436, 4709, odnosno 4823 kg ha⁻¹. Šimunić i sur. (2009.) u 11-godišnjim pokusima, u vrlo sličnim klimatskim uvjetima, nalaze da je najveći prosječni prinos zrna (4211 kg ha⁻¹) ostvaren u 2004. god., s najvećom količinom oborina u vegetacijskome razdoblju (514 mm). U našem je ispitivanju sorta Vita imala najmanji urod zrna od 3375 kg ha⁻¹, a sorta Lucija najveći od 3735 kg ha⁻¹. Sudarić i Vratarić (2008.), ispitujući genotipove soje skupina zriobe 00, 0 i I (slično kao u našem istraživanju), dobivaju urod zrna od 3750-4600 kg ha⁻¹. Prosječan urod zrna soje tijekom 4 godine istraživanja od 2840 do 4130 kg ha⁻¹ nalaze Josipović i sur. (2010.). Isti autori navode da je u svim godinama istraživanja utvrđena statistički vrlo značajna razlika uroda zrna soje između varijanti navodnjavanja. U dvogodišnjem pokusu Demitriš i sur. (2010.) ispituju 8 tretmana navodnjavanja u različitim fazama razvoja soje

i nalaze urode zrna od 2420 i 2070 kg ha⁻¹ bez navodnjavanja te 4000 i 3570 kg ha⁻¹ u tretmanu navodnjavanja u dvije godine pokusa. Jukić i sur. (2010.) zaključuju da provedena istraživanja utjecaja skupine zriobe i agroekoloških uvjeta na urod zrna soje pokazuju opravdani utjecaj sorte, lokacije i godine i njihovih interakcija, tj. da su ispitivane sorte imale različite prosječne urode zrna. Rezultati tih autora ukazuju na mogućnost povećanja uroda zrna soje pravilnim odabirom sorte i skupine zriobe, ovisno o mikroklimatskim svojstvima pojedinoga proizvodnoga područja. U dvogodišnjim ispitivanjima Josipović i sur. (2011.) utvrđuju urod zrna soje bez navodnjavanja od 2615 i 2996 kg ha⁻¹, a s navodnjavanjem 3376 i 4022 kg ha⁻¹.

ZAKLJUČAK

Sva tri faktora, kao i njihove interakcije, imala su statistički vrlo značajan utjecaj na ispitivana svojstva. Utvrđena je značajna varijabilnost visine biljaka soje pod utjecajem godine, što se tumači kao rezultanta djelovanja genetske osnove (stupanj tolerantnosti sorte na nepovoljne abiotске činitelje) te stupanj sposobnosti regeneracije sorte nakon dužega djelovanja nepovoljnih vremenskih uvjeta (vodni i/ili toplinski stres) i klimatskih prilika u proizvodnoj godini (temperatura zraka, količina i raspored oborina tijekom vegetacije soje). Kako se očekivalo, navodnjavanje je utjecalo na povećanje visine biljaka (89,21, odnosno 92,53 cm). Sorta Vita ostvarila je najmanju (80,80 cm), a sorta Ika najveću (90,97 cm) visinu biljaka. Najmanji urod zrna od 3395 kg ha⁻¹ dobio je 2015. godine (s ispodprosječnim oborinama), a najveći od 3780 kg ha⁻¹ u godini s prosječnim oborinama (2014.). Urod zrna se, kao i prosječna visina biljaka, povećava s tretmanima navodnjavanja (od 2989 do 4035 t ha⁻¹). Sorta Vita daje najmanji urod zrna (3375 kg ha⁻¹), a sorta Lucija najveći (3735 kg ha⁻¹). Ovim ispitivanjima potvrđeno je da odabir sorte prilagođene 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.

LITERATURA

- Adeboye, O.B., Schultz, B., Adekalu, K.O., Prasad, K. (2015): Crop water productivity and economic evaluation of drip-irrigated soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Agriculture and Food Security*, 4:1-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s40066-015-0030-8>
- Demitraş, Ç., Yazgan, S., Candpagan, B.N., Sincik, M., Büyükcangaz, H., Göksoy, A.T. (2010): Quality and yield response of soybean (*Glycine max* L. Merrill) to drought stress in sub-humid environment. *African Journal of Biotechnology*, 9(41): 6873-6881.
- De Costa, W.A.J.M., Shanmugathan, K.N. (2002): Physiology of yield determination of soybean (*Glycine max* (L.) Merr) under different irrigation regimes in the sub-humid zone of Sri Lanka. *Field Crops Research*, 75: 23-35. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00003-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00003-5)
- Frederick, J.R., Camp, C.R., Bauer, P.J. (2001): Drought-stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Science*, 41(3): 759-763. doi: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2001.413759x>
- Garcia, A.G.Y., Persson, T., Guerra, L.C., Hoogenboom, G. (2010): Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA. *Agricultural Water Management*, 97(7): 981-987. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2010.01.030>
- Irshad, M., Farhatullah, Khan, N., Begum, S. (2016): Genetic variability, heritability and genotype x year interaction for morpho-yield traits in soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 48(4): 1601-1607.
- Josipović, M., Plavšić, H., Sudarić, A., Vratarić, M., Liović, I. (2010): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod soje *Glycine max* (L.) Merr. 45th and 5th International Conference of Agriculture, Opatija, 751-755.
- Josipović, M., Sudarić, A., Kovačević, V., Marković, M., Plavšić, H., Liović, I. (2011): Irrigation and nitrogen fertilization influences on properties of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) varieties. *Poljoprivreda /Agriculture/*, 17(1): 9-15.
- Jukić, G., Čupić, T., Marić, S., Jukić, R., Teodorović, R. (2010): Utjecaj agroekoloških uvjeta na prinos zrna soje. *Sjemenarstvo*, 27(3-4): 103-112.
- Kumar, B., Talukdar, A., Bala, I., Verma K., Kumar Lal, S., Lal Sapra, R., Namita, B., Chander, S., Tiwari, R. (2014): Population structure and association mapping studies for important agronomic traits in soybean. *Journal of Genetics*, 93(3): 775-784.
- Lawn, R.J. (1982): Response of four grain legumes to water stress in south-eastern Queensland. III. Dry matter production, yield and water use efficiency. *Australian Journal of Agricultural Research*, 33(3): 511-521.
- Lu, H.Y., Li, H.W., Fan, R., Li, H.Y., Yin, J.Y., Zhang, J.J., Zhang, D. (2017): Genome-wide association study of dynamic developmental plant height in soybean. *Canadian Journal of Plant Science*, 97(2): 308-315. doi: <http://dx.doi.org/10.1139/cjps-2016-0152>
- Maksimović, L., Pejić, B., Milić, S., Đukić, V., Balešević-Tubić, S., Vujaković, M. (2004): Uticaj navodnjavanja na prinos, kvalitet i evapotranspiraciju semenske soje. *Vodoprivreda*, 36: 421-426
- Marković, M., Josipović, M., Ravlić, M., Josipović, A., Zebec, V. (2016): Deficit irrigation of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) based on monitoring of soil moisture, in sub-humid area of eastern Croatia. *Romanian Agricultural Research*, 33: 259-266.
- Napoles, M.C., Guevara, E., Montero, F., Rossi, A., Ferreira, A. (2009): Role of Bradyrhizobium japonicum induced by genistein on soybean stressed by water deficit. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(3): 665-671. doi: <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2009073-451>
- Prudent, M., Salon, Ch., Souleimanov, A., Emery, R.J.N., Smith, D.L. (2015): Soybean is less impacted by water stress using Bradyrhizobium japonicum and thiericin-17

- from *Bacillus thuringiensis*. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2): 749-757.
doi: 10.1007/s13593-014-0256-z
17. Ribeiro, A.B.M., Bruzi, A.T., Zuffo, A.M., Zambiazzi, E.V., Soares, I.O., Vilela, N.J.D., Pereira, J.L.A.R., Moreira, S.G. (2017): Productive performance of soybean cultivars grown in different plant densities. *Ciência Rural*, 47(7), e20160928. Epub May 29, 2017.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160928>
 18. Singh, S.K., Hoyos-Villegas, V., Houx, J.H., Fritschi, F.B. (2012): Influence of artificially restricted rooting depth on soybean yield and seed quality, *Agricultural Water Management*, 105: 38-47.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2011.12.025>
 19. Soares, I.O., Rezende, P.M., Bruzi, A.T., Zambiazzi, E.V., Zuffo, A.M., Silva, K.B., Gwinner, R. (2015): Adaptability of soybean cultivars in different crop years. *Genetics and Molecular Research*, 14(3): 8995-9003.
doi: <http://dx.doi.org/10.4238/2015>
 20. Sudarić, A., Vratarić, M., Pejić, I., Pospišil, A., Kolak, I. (2012): Oplemenjivanje poljoprivrednog bilja u Hrvatskoj. Kozumplik, V. i Pejić, I. (ur.), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 72-77.
 21. Šimunić, R., Miličević, I., Vrgoč, D., Eljuga, L. (2009): Utjecaj količine oborina na gospodarska svojstva soje i suncokreta. Zbornik radova 6. Naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Kvalitet 2009“, Neum, 809-814.
 22. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): Soja - *Glycine max* (L.) Merr. Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni institut Osijek, Drugo, izmijenjeno i dopunjeno izdanje. Osijek.
 23. Sudarić, A., Vratarić, M. (2008): Značenje, dostignuća i trendovi u oplemenjivanju soje u Poljoprivrednom institutu Osijek. *Sjemenarstvo*, 25(3-4): 207-216
 24. Zhang, T.Y., Lin, X. M., Sassenrath, G.F. (2015): Current irrigation practices in the central United States reduce drought and extreme heat impact for maize and soybean, but not for wheat. *Science of Total Environment*, 508: 331-342.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv>
 25. <http://www.dzs.hr/2016.htm>

PLANT HEIGHT AND GRAIN YIELD OF SOYBEAN DEPENDING ON THE YEAR, IRRIGATION AND VARIETY

SUMMARY

Three-year field trials determined the influence of the year, irrigation treatment and varieties on plant height and grain yield of soybeans in the eastern Croatia conditions. All three investigated factors, as well as their interactions, with the exception of irrigation interactions and varieties that were significant at $P=0.05$, show a statistically significant influence ($P=0.01$) on the height of soybean plants. Soybean grain yields, as well as all their interactions, affect the significance level $P=0.01$. The obtained values of soybean grain yields during the study (mostly greater than 3000 kg ha^{-1}) indicate the importance of selecting appropriate varieties and irrigation treatment in adapting soybean production to adverse weather effects of the year.

Key-words: soybean, climatic conditions, irrigation, variety, plant height, grain yield

(Primljeno 10. listopada 2017.; prihvaćeno 31. listopada 2017. - Received on 10 October 2017; accepted on 31 October 2017)