

## UTJECAJ AGROEKOLOŠKIH UVJETA NA PRINOS ZRNA SOJE

G. JUKIĆ<sup>1</sup>, T. ČUPIĆ<sup>2</sup>, Sonja MARIĆ<sup>3</sup>, R. JUKIĆ<sup>4</sup>, R. TEODOROVIĆ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Osijek  
Institute for seed and seedlings, Osijek

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut, Osijek  
Institute of Agriculture in Osijek

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Agricultural Faculty in Osijek

<sup>4</sup>Tvornica ulja Čepin d.d.  
Oil factory in Čepin

<sup>5</sup>Hana Breznica d.d.  
Hana Breznica d.d.

### SAŽETAK

Cilj rada je procijeniti i utvrditi razlike u prinosu između sorata soje različitih skupina dozrijevanja u različitim okolinama na području Republike Hrvatske. Zbog sve većih klimatskih promjena koje utječu na smanjenje prinosa, potrebno je izvršiti klasifikaciju pojedinih okolina prema stabilnostima prinosa. Tijekom četiri vegetacijske godine (2004. – 2007.) na tri lokacije Osijek (N 45°33', E 18°40'), Kutjevo (N 45°25', E 17° 52') i Nova Gradiška (N 45°15', E 17°22') obavljena su ispitivanja o utjecaju genotipa, okoline i interakcije genotip okolina na visinu prinosa. Dobiveni rezultati pokazali su statistički opravdane razlike između ispitivanih sorata. Godina 2004. je bila najbolja za ostvarenje visokih prinosa (3,94 t/ha), dok je najzapadnija lokacija (N. Gradiška) u svim godinama imala prosječno najveće prinose od 3,80 t/ha, što je bilo znatno više u odnosu na ostale dvije lokacije (Osijek 3,43 t/ha i Kutjevo 3,45 t/ha). Rezultati ukazuju na mogućnost povećanja prinosa pravilnim odabirom sorata i najbolje skupine dozrijevanja za pojedine okolina.

Ključne riječi: soja, sorta, prinos zrna, agroekološki uvjeti

## UVOD

U procesu prilagodbe agrarne politike Republike Hrvatske standardima Europske unije, javlja se potreba za zamjenom proizvodnje pšenice i kukuruza drugim ratarskim kulturama a naročito sojom (Jukić i sur., 2007.). Prema FAO podacima u Hrvatskoj postoji trend povećanja površina zasijanih sojom (FAOSTAT, 2008.). Tako je u 2001. godini soja bila zasijana na 41.621 ha, a danas ima tendenciju rasta do 60.000 ha. Prosječni prinos soje u Hrvatskoj u 2007. godini je iznosio 2,77 t/ha (FAOSTAT, 2008.). Niski prosječni prinosi soje su rezultat nepoznavanja tehnologije na obiteljskim gospodarstvima i promjene klimatskih prilika, što je povezano s odabirom skupina dozrijevanja soje ovisno o lokaciji. Agroekološki uvjeti uzgoja mogu značajno utjecati na prinos zrna i njegovu kakvoću.

Na prinos zrna utječe nekoliko drugih kvantitativnih svojstava, te je ovisan o genotipu, okolini i interakciji genotipa i okoline. Značajnost utjecaja čimbenika vanjske sredine na prinos naglašavaju Ferraz de Toledo i Alves de Almeida (1994.). Jedan od velikih problema u proizvodnji soje je postizanje visokih prinosa zrna i očuvanje istog u žetvi. Kod vlažne jeseni potrebno je sušenje zrna, što dodatno poskupljuje proizvodnju, dok u sušnim godinama dolazi do pucanja mahuna i osipanja zrna prije žetve. Stoga je od velike važnosti odabir sorata prilagođenih lokalnim agroekološkim uvjetima.

Veliki je broj ispitivanja o utjecaju čimbenika okoline, tipa tla i kultivara na prinos zrna soje (Mađar, 1986., Jurić, 1986., Johnson i Wilman, 1997., Vratarić i Sudarić, 2000., Schuab i sur., 2001., Sudarić i Vratarić, 2001., Sudarić i sur., 2006. i Jukić i sur., 2007.). Iz toga proizlazi i radna hipoteza da su domaće sorte najbolje prilagođene okolinama u kojima su stvorene. U svim uzgojnim područjima soje u svijetu, razvijaju se vlastiti oplemenjivački programi, tako i u Republici Hrvatskoj ima više oplemenjivačkih programa soje.

Cilj provedenog istraživanja bio je utvrditi razlike između sorti soje različitih skupina dozrijevanja u visini i stabilnosti prinosa u različitim okolinama te usporediti stabilnosti standardnih sorti i lokacija.

## MATERIJAL I METODE RADA

U poljskim pokusima za razdoblje 2004. - 2007. godine korišteni su VCU standard sorte soje u različitim skupina dozrijevanja sorte komisije Republike Hrvatske – Drina (I), Dubravka (0), Marija (00) i Danica (000). Odabrane sorte osiguravaju rodnost iznad 3,5 t/ha i odlikuju se dobrim genetskim potencijalom rodnosti, te visokom tolerantnošću na bolesti i štetnike. Poljski pokus postavljen je u četiri ponavljanja na tri lokacije – Osijek (N 45°33', E 18°40') - eutrično smeđe tlo, Kutjevo (N 45°25', E 17° 52') - pseudoglej i Nova Gradiška (N 45°15', E 17°22') semiglej. Navedene lokacije su standardne lokacije za VCU ispitivanja sorte komisije Republike Hrvatske. Rezultati provedene analize uzoraka tla sa svih lokacija prikazani su na Tablici 1.

G. Jukić i sur.: Utjecaj agroekoloških uvjeta na prinos zrna soje

**Tablica 1. Rezultati analize uzoraka tla s istraživanih lokacija**

*Table 1 Results of the soil analysis*

Lokacija <i>Location</i>	pH-HOH	pH-KCl	Humus	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O
2004.					
Osijek	6,79	6,57	1,71	21,00	25,17
N. Gradiška	6,45	5,26	2,46	15,70	21,23
Kutjevo	6,13	5,21	1,50	16,50	19,26
2005.					
Osijek	5,72	5,06	1,91	20,2	27,13
N. Gradiška	6,42	5,22	2,43	18,4	29,40
Kutjevo	6,16	5,13	1,75	11,3	20,74
2006.					
Osijek	6,53	5,80	1,40	32,25	27,13
N. Gradiška	7,04	6,73	3,43	18,40	29,40
Kutjevo	6,24	5,24	1,63	20,00	30,00
2007.					
Osijek	6,79	6,57	1,71	21,00	25,17
N. Gradiška	6,45	5,26	2,46	15,70	21,23
Kutjevo	6,13	5,21	1,50	16,50	19,26

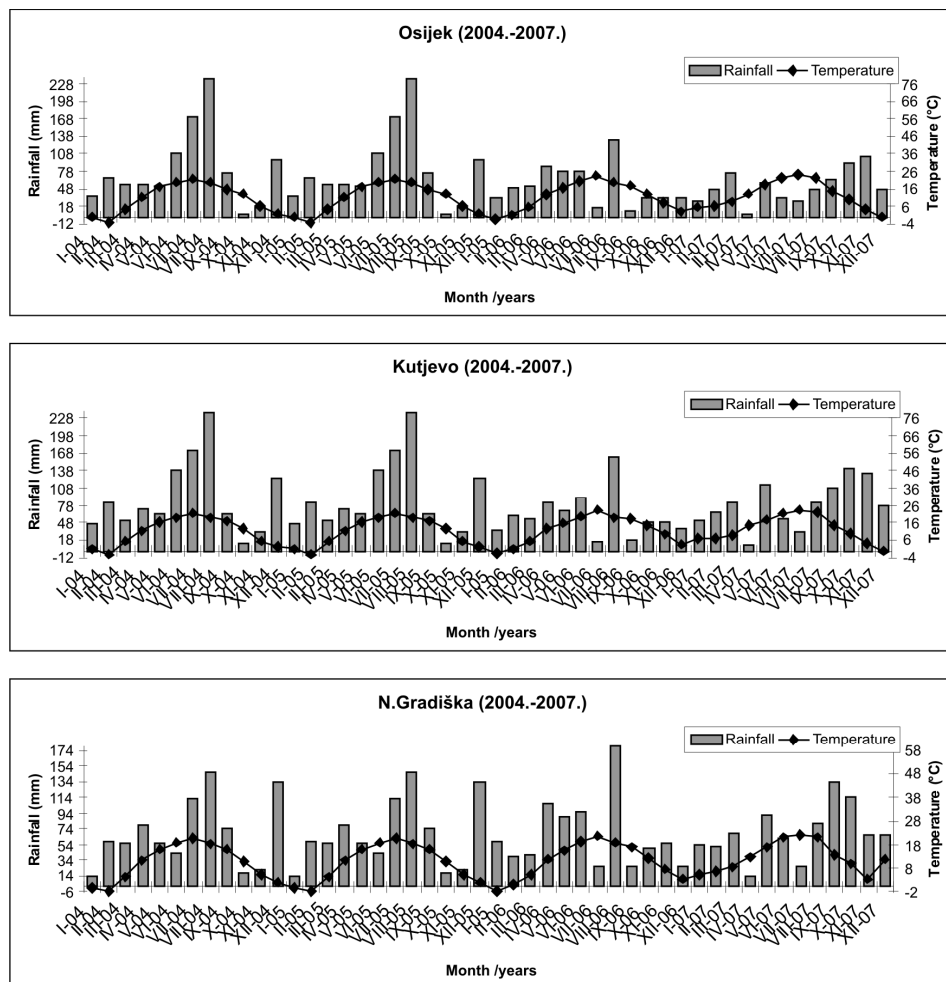
**Table 2. Datumi sjetve i žetve po godinama i norme sjetve po sortama**

*Table 2 Date of sowing and harvesting and plant density at cultivars*

Sorta <i>Cultivar</i>	Sklop <i>Density</i>	2004.		2005.		2006.		2007.	
		Sjetva <i>Sowing</i>	Žetva <i>Harv.</i>	Sjetva <i>Sowing</i>	Žetva <i>Harv.</i>	Sjetva <i>Sowing</i>	Žetva <i>Harv.</i>	Sjetva <i>Sowing</i>	Žetva <i>Harv.</i>
Drina	58	29.04	04.10	02.05	06.10	27.04	02.10	18.04	03.09
Dubravka	60	29.04	04.10	02.05	06.10	27.04	02.10	18.04	03.09
Marija	65	29.04	04.10	02.05	06.10	27.04	02.10	18.04	03.09
Danica	70	29.04	11.09	02.05	17.09	27.04	09.09	18.04	24.08

Sjetva i žetva pokusa obavljena je u optimalnim agrotehničkim rokovima (Tablica 2.). Inokulirano sjeme posijano je na dubinu od 5 do 6 cm i na međuredni razmak od 25 cm. Površina obračunske parcele iznosila je 10 m<sup>2</sup> (8 m dužine, 1,25 m širine). U zaštiti od korova, na svim lokacijama, primijenjen je pre-em Sencor WP 70 + Dual Gold 960

Slika 1. Klima dijagrami po Walteru (3:1) za istraživane lokacije i godine  
 Figure 1 Climate diagram by Walter (3:1) for locations and years of investigation



EC + Command (0,7 + 1,0 + 0,5 kg, l/ha). Sklop je po skupinama zriobe iznosio: za Drinu (I) - 58 biljaka/m<sup>2</sup>, Dubravku (0) - 60 biljaka/m<sup>2</sup>, Mariju (00) - 65 biljaka/m<sup>2</sup> i Danicu (000) - 70 biljaka/m<sup>2</sup> prema preporuci oplemenjivača. Datum žetve za pojedine sorte bio je različit, i ovisio je o vlažnosti zrna. Uzorci su vagani isti dan stacioniranom automatskom vagom te je prinos sveden na razinu vlage u zrnju od 13%. Dobiveni podaci za prinos zrna sistematizirani su po skupinama, sortama, godinama i lokacijama ispitivanja te su obrađeni statističkim programom SAS 9.1. (SAS 9.1 for windows,

2002-2003 by SAS Institute Inc.). Opravdanost razlika prosječnih vrijednosti prinosa zrna između glavnih faktora i njihovih interakcija testirana je LSD testom. Analizom varijance utvrđeno je postojanje interakcije sorta i lokacija, što je omogućilo daljnju statističku analizu stabilnosti AMMI modelom.

## REZULTATI I RASPRAVA

Sorte soje testirane su u različitim okolinama (godina i lokacija) tijekom četverogodišnjeg razdoblja (od 2004. do 2007. godine) radi utvrđivanja što boljeg iskorištenja genetskog potencijala rodnosti. Analiza varijance (Tablica 3.) pokazala je da sorta i interakcije s godinama i lokacijama imaju visokoznačajni utjecaj na ekspresiju svojstava prinosa zrna.

**Tablica 3. ANOVA za prinos zrna soje tijekom 4 godine**

*Table 3 ANOVA for soybean grain yield during 4 years*

Učinak / <i>Effects</i>	DF	SS	MS	F	ProbF	Sign. F	LSD <sub>0,05</sub>	LSD <sub>0,01</sub>
Godina (G) <i>Year</i>	3	50,26	16,75	312,71	4,33E-62	**	0,09	0,123
Lokacija (L) <i>Location</i>	2	5,31	2,65	49,52	5,11E-17	**	0,08	0,11
GxL	6	3,28	0,54	10,20	2,33E-09	**	0,16	0,21
Rep. x (GxL)	36	2,0	0,06					
Sorta(Sr) <i>Cultivar</i>	3	5,75	1,91	36,46	2,35E-16	**	0,09	0,12
SrxG	9	13,24	1,47	28,00	1,96E-24	**	0,19	0,25
GrxL	6	6,37	1,06	20,22	9,72E-16	**	0,16	0,21
SrxGxL	18	11,22	0,62	11,86	3,58E-18	**	0,32	0,42
Ostatak <i>Rest</i>	108	5,67	0,05					

Godina 2007. bila je najmanje pogodna za uzgoj soje na sve 3 lokacije, dok je u prosjeku bila najbolja 2004. godina s prosječnim prinosom od 3,94 t/ha (Tablica 4.). Najzapadnija lokacija (N. Gradiška) u svim godinama imala je prosječno najveće prinose, a u prosjeku za sve godine ispitivanja imala je najveći prinos od 3,80 t/ha što je bilo znatno više u odnosu na ostale dvije lokacije (Osijek 3,43 t/ha i Kutjevo 3,45 t/ha). Sorta Drina u prosjeku za sve lokacije i godine je bila najprinosnija sorta, dok je po godinama bila najprinosnija u 2004. i 2005. godini. Sorta Marija se istakla po prinosima u 2006. i 2007. godini, ali u prosjeku za sve godine je ostvarila manji prinos od sorte Dubravka.

Opravanost interakcije sorta x godina x lokacija pokazuje da je bilo opravdanog međusobnog djelovanja sva tri faktora na prinos. Važno je istaknuti da je sorta Drina imala najviši i najniži prinos pokusa na istoj lokaciji (Osijek) ali u različitim godinama (2004. i 2007.). Ovakva razlika između prinosa po godinama pokazuje da veliki utjecaj na prinos ima godina što govori i sredina kvadrata koja najvećim dijelom otpada na faktor godina, te ukazuju na čestu precijenjenost teže veće razlike između lokacija u odnosu na godine.

**Tablica 4. Prinos zrna soje (t/ha) tijekom 2004. – 2007. godine**  
*Table 4 Soybean grain yield (t/ha) during the vegetation years 2004 – 2007*

Godina/Year	Lokacija/ Location	Sorta/Cultivar				Prosjek Mean
		Drina	Dubravka	Marija	Danica	
2004.	Kutjevo	4,03	3,75	4,05	3,84	3,92
	N. Gradiška	4,26	4,17	3,92	3,62	3,99
	Osijek	4,64	4,12	3,47	3,47	3,92
2004. Prosjek – Mean		4.31	4.01	3.81	3.64	3.94
2005.	Kutjevo	4,11	4,06	3,28	4,00	3,86
	N. Gradiška	4,03	4,58	3,46	3,81	3,97
	Osijek	4,46	4,44	2,97	3,42	3,82
2005. Prosjek – Mean		4.20	4.36	3.23	3.74	3.88
2006.	Kutjevo	4,10	3,69	3,34	3,16	3,57
	N. Gradiška	3,84	4,41	4,28	3,56	4,03
	Osijek	4,05	2,92	4,40	2,92	3,57
2006. Prosjek – Mean		4.00	3.67	4.01	3.22	3.72
2007.	Kutjevo	2,80	2,11	2,22	2,64	2,44
	N. Gradiška	2,46	3,63	4,04	2,62	3,19
	Osijek	1,99	2,57	2,56	2,56	2,42
2007. Prosjek – Mean		2.41	2.77	2.94	2.61	2.68
Prosjek -Mean		3.73	3.70	3.51	3.30	3.56

Proizvodna 2007. godina za razliku od drugih ispitivanih godina, imala je najmanju količinu oborina u vegetacijskom razdoblju, odnosno raspored i intenzitet oborina bio je slab u najvažnijim fazama (cvatnja i zrioba). Do sličnih rezultata došli su Hrustić i sur. (1996.), Sudarić i Vratarić (2001.), Weikai i sur. (2003.), Jukić i sur., (2007.). Četiri ispitivane godine su se razlikovale u pogledu vremenskih uvjeta, količine i rasporeda oborina. 2004. i 2005. godina bile su idealne za proizvodnju soje na svim lokacijama zbog povoljnog rasporeda oborina, što je u skladu s rezultatima Mađara (1986.) koji navodi da uspjeh i prinos soje znatno zavise od klimatskih prilika, naročito oborina. Isto tako navodi da su velike potrebe soje za vodom rezultat specifičnosti same biljke, a naročito njenog slabo razvijenog korijena i relativno dugog razdoblja cvatnje. Uvjeti u 2007. godini bili su veoma nepovoljni za proizvodnju soje s izrazito dugim i sušnim razdobljem posebice na lokaciji Osijek, što potvrđuje prethodno navedene zaključke. U 2006. godini bilo je razlika između sorata po lokacijama što je posljedica nepovoljnog rasporeda oborina na nekim lokacijama u bitnim fazama razvoja ovisno o grupi zriobe, što potvrđuje zaključke Vratarić i Sudarić (2000.) koji navode da ekološki činitelji određuju u kojoj će se mjeri ostvariti genetički potencijal rodnosti.

Na osnovu ostvarenih rezultata možemo istaknuti lokaciju Nova Gradiška kao lokaciju s najboljim klimatskim prilikama za proizvodnju soje, dok se lokacija Osijek pokazala kao najlošija zbog izrazito loše distribucije oborina, posebno u 2006. i 2007. godini. Dobivene razlike između ispitivanih sorata u skladu su sa ispitivanjima Sudarić i sur. (2006.) koji navode širok raspon fenotipske ekspresije prinosa zrna i sadržaja bjelančevina u zrnu soje u dvije mega okoline.

Stoga je važno istaknuti da nepovoljni uvjeti uzgojne sredine predstavljaju ograničavajući čimbenik u proizvodnji soje, te se nameće faktor godine x lokacije kao važan čimbenik u ostvarenju genetskog potencijala soje u određenim agroekološkim uvjetima

Na Slici 2. AMMI modelom prikazane su najbolje sorte po okolinama, tj. utvrđene su najbolje prilagođene standardne sorte s obzirom na raznolike okoline. Na osnovi dobivenih rezultata očito je da se AMMI model može koristiti u analizi interakcije genotip x okolina i izboru najboljih sorti (skupina zriobe) za pojedine okoline.

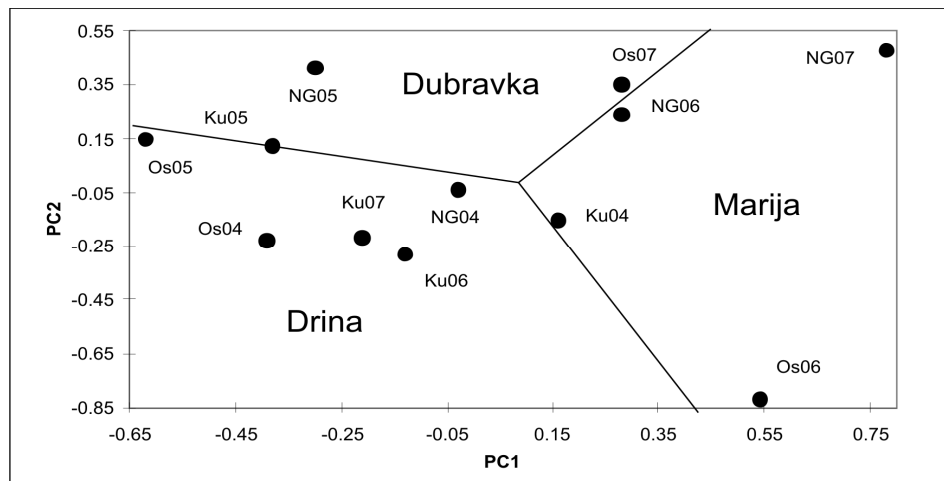
Sorte Drina i Dubravka iz skupina zriobe s najdužim vegetacijskim razdobljem (I i 0) najbolje su prilagođene za većinu okoline. U manje povoljnim uvjetima suše najbolji izbor se pokazuje sorte Dubravka i Marija, standardi za sorte iz skupina zriobe 00 i 0, što je rezultat kraćeg vegetacijskog razdoblja i ranijeg ulaska u generativnu fazu. Sorta Danica, standard za skupine zriobe 000 nije pokazala opravdanost jer se odlikovala niskim i nestabilnim prinosom u istraživanom području.

Dobivene vrijednosti prinosa za sortu Danica po okolinama, nisu rezultat male stabilnosti i adaptabilnosti sorata već malog genetskog potencijala same sorte kao i skupine dozrijevanja kojoj pripada.

Stoga možemo zaključiti da izbor rane skupine zriobe (000) nije preporučljiv jer svojim genetskim potencijalom rodnosti ne može zadovoljiti prinos preko 3,5 t/ha.

**Slika 2. Najprinosnije skupine zriobe po AMMI modelu u ispitivanim okolinama**

*Figure 2 The highest yield maturity groups by AMMI model in research locations*



## ZAKLJUČAK

Provedena istraživanja utjecaja skupine zriobe i agroekoloških uvjeta na prinos zrna soje pokazuju opravdani utjecaj sorte (Sr), lokacije (L), godine (G) i njihovih interakcija. Ispitivane sorte imale su različite prosječne prinose zrna pri čemu se izdvajaju Drina i Dubravka koje su ostvarile u ispitivanim godinama najveće prosječne prinose zrna (3,73 i 3,70 t/ha), kao i Marija koja je postigla prinos 3,51 t/ha. Između ispitivanih lokacija postojale su statistički opravdane razlike u postignutim prinosisima zrna soje pri čemu su najviši prinosi postignuti na lokaciji Nova Gradiška. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost povećanja prinosa zrna soje pravilnim odabirom sorte i skupine zriobe ovisno o mikroklimatskim osobinama pojedinog proizvodnog područja.

## INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON GRAIN SOYBEAN YIELD

### SUMMARY

The main goal was to define and estimate yield between standards soybean cultivars of different maturity groups on different locations in Republic of Croatia. Because of growing climate changes which impact on yields, it is necessary to classify certain environments to yield stability. During four vegetation years (2004 - 2007) on 3



locations Osijek (N 45°33', E 18°40'), Kutjevo (N 45°25', E 17° 52') i Nova Gradiška (N 45°15', E 17°22') research was conducted on influence of genotype, environment and interaction genotype x environment on soybean yield. The results have shown statistically high difference between soybean cultivars. 2004 was the best for achieving high yield (3.94 t / ha), while western location (N. Gradiška) in all years had averaged highest yields of 3.80 t/ha, which was significantly higher compared to other two locations (Osijek 3.43 t/ha and Kutjevo 3.45 t/ha). The results indicate possibility of increasing yield by proper selection of varieties and the best group of maturation for certain environments.

Key words: soybean, cultivar, yield, agro ecological conditions

#### LITERATURA - REFERENCES

1. Ferraz de Toledo, J., Alves de Almeida, L., (1994.): Genetics and breeding in Tropical soybean: Improvement and Production. FAO, Rome, 254.
2. Food And Agriculture Organization of the United Nations, (2008): FAOSTAT data, 2008 Book of Productions. Rome, Italy ; <http://faostat.fao.org>
3. Johnson, D. E., Wilman, D., (1997): Effects of plantspacing and seed rate on leaf and grain production of maize in southern Belize, Central America. *Tropical Agriculture*. 74(1)12-17.
4. Hrustić, M., Vidić, M., Jocković, Đ., Tatić, M., (1996): Zavisnost prinosa soje od trajanja reproduktivnog perioda, proizvodnja i prerada uljarica, Budva, str. 43-48.
5. Jukić, G., Guberac, V., Marić, S., Dunković, D., (2007): Ekonomski aspekti proizvodnje soje u istočnoj Hrvatskoj, *Poljoprivreda* 13, str 23-28.
6. Jurić, I., (1986): Tlo, obrada i gnojidba za soju, *Biološki tehnički i organizacijski aspekti unapređenja i proširenja proizvodnje soje u Slavoniji i Baranji, Zbornik radova V Savjetovanja, Osijek*, str. 256-264.
7. Mađar, S., (1986): Gospodarenje vodom u uzgoju soje, *Biološki tehnički i organizacijski aspekti unapređenja i proširenja proizvodnje soje u Slavoniji i Baranji, Zbornik radova V Savjetovanja, Osijek*, str. 110-120.
8. Schuab, S. R. P., Braccini, A. L., Ferrarese Filho, O., Scapim, C. A. and 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*, Volume 29, Number 1, str. 151-162.
9. Sudarić, A. i Vratarić, M., (2001): Stabilnost i adaptabilnost nekoliko Os kultivara soje u urodu zrna, *Poljoprivreda* 7, str. 19-24.
10. Sudarić, A., Vratarić, M. i Rajcan, I., (2006): Procjena vrijednosti kultivara soje ispitivanjem u mega-okolinama, 41. Hrvatski i I. međunarodni znanstveni simpozij agronoma, Opatija, str. 223-224.
11. Vratarić, M., Sudarić, A., (2000): Soja, *Poljoprivredni institut Osijek, Poglavlje 7. Ekološki uvjeti za proizvodnju soje, Osijek*, str. 59.
12. Weikai, Y., Rajcan, I., (2003): Prediction of cultivar performance based on single -, versus multiple- year test in soybean. *Crop. Sci.* 43: 549-555.

**Adresa autora – Author's address:**

Dr. sc. Goran Jukić  
Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo  
Vinkovačka 63c, 31000 Osijek.  
Tel. + 385 31 275-723  
Fax. + 385 31 275-700  
E-mail: gjukic@gmail.com

**Primljeno – Received:**

24. 10. 2010.

Dr. sc. Tihomir Čupić  
Poljoprivredni institut Osijek  
Južno predgrade 17, 31000 Osijek

Prof. dr. sc. Sonja Marić  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek

Mr. sc. Romeo Jukić  
Tvornica ulja Čepin d.d.  
Vukovarska 18, 31431 Čepin

Rajko Teodorović dipl. ing. agr.  
Hana Breznica d.d.  
Sokolska 49, 31224 Našice