

UDK: 633.34:581.45
Originalni naučni rad

UTICAJ VEGETACIONOG PROSTORA NA: POVEĆANJE SUVE MASE U JEDINICI VREMENA - RELATIVNU BRZINU RASTA (RGR) BILJAKA SOJE

V. Popović, Lj. Kolarić, Lj. Živanović, J. Ikanović, M. Srebrić, D. Simić, V. Đekić, V. Sikora*

Izvod: Cilj proizvodnje soje je ostvarenje visokih i stabilnih prinosa po jedinici površine kvalitetnog zrna. Značajnu ulogu u ostvarenju visokih prinosa ima i pravilan raspored biljaka. Cilj ovog rada je da se ispita uticaj međurednog rastojanja i sorte na povećanje suve mase u jedinici vremena i na produktivnost soje. U radu su analizirane, tri sorte soje i tri međuredna rastojanja.

Analizom dobijenih rezultata utvrđen je veći broj listova u meteorološki povoljnijoj drugoj istraživanoj godini, kako u proseku za međuredna rastojanja obuhvaćena istraživanjima, tako i po sortama, što je uslovalo razvoj veće lisne površine a time neposredno i veći prinos zrna soje. U prvoj, sušnoj godini, u proseku za međuredna rastojanja, najveći broj listova imale su, u fazi formiranja semena (R₅), sorte *Bosa* i *Balkan* u četvrtom merenju, 18,0 i 18,7, odnosno u petom merenju sorta *Dragana*, 23,6.

U proseku za sorte obuhvaćene istraživanjima, najveći broj listova bio je u petom merenju (20,8) i to pri kvadratnoj setvi (20 cm između redova). Kod ispitivanih sorti najveći broj listova utvrđen kod uskoredne setve, 20 cm.

Relativna brzina rastanja (RGR) je jedan od najznačajnijih parametara analize rastanja i predstavlja relativno povećanje suve mase u jedinici vremena. U prvoj, sušnoj godini najveće vrednosti RGR-a utvrđene su u prva dva intervala i iznosile su 0,07 i 0,05 g/dan.

Uskorednom setvom, 20 cm, ostvaren je i najveći prinos zrna soje (4.868 kg ha⁻¹). Prinosi su se smanjivali sa povećanjem rastojanja između redova na 45 cm i 70 cm.

Ključne reči: broj listova, međuredno rastojanje, RGR, prinos, soja, sorta.

Uvod

Soja (*Glycine Max.* (L.) Merr.) je najvažnija proteinsko-uljana biljka. Kako u Svetu tako i u Republici Srbiji površine pod sojom beleže tendenciju rasta (Popović i sar., 2011). Rekordni prinosi u Republici Srbiji ostvareni su u 2010. i 2014. godini od preko 3,17 t/ha. Najveće požnjevene površine bile su od preko 170 000 ha u 2010. (Popović i sar., 2014) i 2014. godini.

Za ostvarenje visokog prinosa soje, veoma je važno obezbediti i pravilan raspored biljaka. Praznine veću štetu nanose zbog pojave korova, nego zbog smanjenja prinosa (Stivers i Swearingin, 1980). U dosadašnjoj istoriji gajenja soje, posebno od vremena kada je ona postala važna industrijska biljka, setva se obavlja u redove (širokoredo, uskoredno i u pantljike-trake), a često se primenjuje omašna setva za proizvodnju zelene mase za ishranu stoke (Miladinović i sar., 2008).

U savremenoj proizvodnji soje od velikog značaja je način setve tj. oblik vegetacionog prostora. Soja može uspešno da se gaji i kao usev širokorede setve i kao gust usev. Pravilnom rasporedu biljaka koji se može smatrati uslovno ograničavajući za uspešnu proizvodnju soje, u poslednje vreme pridaje sve veća pažnja. U mnogim zemljama sveta, naročito severne,

* Dr Vera Popović, dr Vladimir Sikora, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad; mr Ljubiša Kolarić, dr Ljubiša Živanović, dr Jela Ikanović, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd; dr Srebrić Mirjana, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Slobodana Bajića 1, Beograd, Srbija; dr Divna Simić, PKB Agroekonomik, Padinska Skela- Beograd, dr Vera Đekić, Institut za strna žita, Kragujevac.

E-mail prvog autora: bravera@eunet.rs, kolari@agrif.bg.ac.rs

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru Projekata: TR 31078 i TR 31022, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

centralne i južne Amerike, zadržala se donekle i danas setva na većem rastojanju između redova od 60 do 100 cm (Nenadić i sar., 2003). Ovo se opravdava time, što setva na veće rastojanje između redova obezbeđuje lakšu međurednu kultivaciju, uspešnije suzbijanje korovskih biljaka, lakše navodnjavanje brazdama i dr. (Nave et al., 1980). U evropskim zemljama soja se uglavnom seje širokoredno, ali i na manjem međurednom razmaku (45-60cm). U našoj zemlji setva je takođe širokoredna, a rastojanje iznosi 45-50 cm. Ustanovljeno je pre svega da razmak redova od 45-50 cm najpogodniji za naše uslove, kako sa gledišta raspoložive mehanizacije tako i sa gledišta međuredne obrade i borbe protiv korova (Vignjević, 2006, Miladinović i sar., 2008, Kolaric i sar., 2014a, 2014b).

U svojim istraživanjima Belić (1964) je ustanovio da se pri setvi na manjem međurednom rastojanju postižu veći i stabilniji prinosi soje. U intenzivnoj proizvodnji soje jedan od uslova za postizanje visokih i stabilnih prinosa je pravilan raspored biljaka pri odgovarajućim gustinama useva. Poznato je da je kvadratni oblik idealan vegetacioni prostor. Međutim, u praksi je teško postići oblik kvadrata ako se soja seje na međuredno rastojanje od 50 cm i na rastojanje u redu 3-5 cm. Promenom oblika vegetacionog prostora odnosno međurednog rastojanja, menjaju se mikroklimatski uslovi uspevanja (svetlosni, relativna vlažnost vazduha, aeracija) na koje je soja veoma osetljiva, naročito u fazi cvetanja. S toga je oblik vegetacionog prostora ili način setve bio predmet proučavanja u gotovo svim područjima gajenja soje. Pri setvi na većem međurednom rastojanju veliki deo sunčeve svetlosti pada između redova i ostaje neiskorišćen, posebno u početnom delu vegetacionog perioda soje (Kolarić i sar., 2014a, 2014b, 2014c). Nenadić i sar. (2003) zaključuju da setva na manjem međurednom rastojanju (20-45 cm) ima značajnu prednost i daje sigurniju proizvodnju soje. Setva na manjem međurednom rastojanju (20 cm), u proseku za sorte, ima prinos zrna veći za 11,05 % (549 kg/ha) nego pri setvi na 45 cm i za 19,79 % (978 kg/ha) nego pri setvi na 70 cm rastojanja između redova.

Pored istaknutog značaja pojedinih agrotehničkih mera, kao što je i način setve u našim istraživanjima, za ostvarivanje i ocenu prinosa od značaja su i neki fiziološki pokazatelji, kao što su: broj listova po biljci, površina listova po biljci; relativna brzina rastanja (RGR), neto produkcija fotosinteze (NAR) i ostali. Uticaj ovih fizioloških pokazatelja na prinos i kvalitet zrna soje je različit, o čemu govore i rezultati brojnih istraživača (Nenadić i sar., 2003).

U svojim istraživanjima sa četrnaest sorti soje Mitrović (1958) je utvrdio da je lisna površina bila u pozitivnoj korelaciji sa prinosom zrna po jedinici površine. Hanwaj i Weber (1971) su utvrdili da u fazi cvetanja, ukupnu suhu masu biljaka, čine listovi, 55 %, lisne peteljke, 14 % i stablo, 31 %. Maksimalna suva materija lista dobijena je u fazi punog cvetanja.

Pored istaknutog značaja pojedinih agrotehničkih mera, kao što je i način setve u našim istraživanjima, za ostvarivanje i ocenu prinosa od značaja su i neki fiziološki pokazatelji, kao što su: broj listova po biljci, površina listova po biljci; relativna brzina rastanja (RGR), neto produkcija fotosinteze (NAR) i ostali. Uticaj ovih fizioloških pokazatelja na prinos i kvalitet zrna soje je različit, o čemu govore i rezultati brojnih istraživača. Mitrović (1958) je u istraživanjima utvrdio da je lisna površina bila u pozitivnoj korelaciji sa prinosom zrna po jedinici površine.

Maksimalna akumulacija ukupne suve materije postigne se za 108 do 115 dana posle setve kod determinanog, odnosno indeterminanog tipa sorti soje, konstatuju Egli i Legget (1973). Međutim, u pogledu akumulacije vegetativne mase sorte se nisu značajno međusobno razlikovale, jer je njena maksimalna težina postignuta oko 89 dana posle setve. Posle toga ona je opadala jer je odumiranje listova bilo brže nego rast novih.

Vrednost neto asimilacije varira u zavisnosti od genotipa, ističe Kolomejčenko (1982). Produktivnost fotosinteze predstavlja priraštaj suve materije po jedinici lisne površine u jedinici vremena. Kojić, (1987) navodi da produktivnost fotosinteze nema konstantnu vrednost, već zavisi od spoljašnjih uslova (t° , vlažnosti, jačine svetlosti). Veličina lisne površine i njena trajnost, prema Kastoriju (1989) u značajnoj meri utiče na visinu prinosa. Od veličine lisne površine zavisi količina apsorbovane energije, zbog čega je visina prinosa usko vezana sa veličinom lisne površine useva, naravno samo do određene granice, a produktivnost fotosinteze naziva netoproduktivnost.

Savić (2001) je utvrdio maksimalan broj listova i njihovu površinu u fazi formiranja semena. Vrednosti RGR-a su se povećavale do faze cvetanja, kada su bile najveće, dok su se u kasnijim fazama smanjivale. Sorte dužeg vegetacionog perioda su imale veću netoasimilaciju u odnosu na ranostasnije sorte. Najveća netoproduktivnost fotosinteze (NAR) zabeležena je u ranijim fazama rasta, 10-25 dana posle nicanja, dok se u kasnijim fazama smanjivala.

Cilj ovog rada je da se ispita uticaj veličine međurednog razmaka na fiziološke pokazatelje: broj listova po biljci i relativnu brzinu rastenja (RGR) odnosno na povećanje suve mase biljaka soje u jedinici vremena.

Materijal i metod rada

Istraživanja uticaja međurednog rastojanja i sorte na povećanje prinosa (Kolarić et al., 2014a), broj listova po biljci i na relativnu brzinu rasta (RGR) odnosno na povećanje suve mase soje u jedinici vremena obavljena su na oglednom polju Instituta za kukuruz u Zemun Polju u 2003. i 2004. godini na zemljištu tipa slabo karbonatni černozem, Kolarić, 2010. Poljski mikroogled je postavljen kao dvofaktorijalni, metodom razdeljenih parcela (split-plot) u četiri ponavljanja.

Ovim istraživanjem bila su obuhvaćena dva faktora, Kolarić, 2010:

1. Međuredno rastojanje (A), i to na: 20 cm između redova; 45 cm između redova; 70 cm između redova; i

2. Sorta (B): Bosa (0 grupa zrenja, GZ), Institut za kukuruz, Zemun Polje; Balkan (I GZ), Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad; i sorta Dragana (II GZ), Selsem.

Glavina useva u okviru sorte je bila ista za sve varijante i iznosila je 500.000 klijavih zrna po hektaru za sortu Bosa, 450.000 klijavih zrna po hektaru za sortu Balkan i 400.000 klijavih zrna po hektaru za sortu Dragana. Veličina obračunskih oglednih parcelica iznosila je 5,4 m² (6,0 x 0,9 m) za kombinaciju setve na 45 cm između redova, 6,0 m² (6,0 x 1,0 m) za varijantu setve na 20 cm između redova i 8,4 m² (6,0 x 1,4 m) za setvu na 70 cm razmaka između redova. U ogledima je primenjena standardna agrotehnika za proizvodnju soje. U obe godine istraživanja predusev soji bio je kukuruz. Duboko oranje je obavljeno na dubinu od 25 cm u jesen neposredno posle berbe kukuruza i tom prilikom unešeno je 100 kg/ha UREA-e (46%N). Predsetvena priprema zemljišta obavljena je u proleće setvospremačem. Setva je obavljena 23. aprila u prvoj ispitivanoj godini i 5. maja u drugoj ispitivanoj godini. Seme je neposredno pred setvu inokulisano mikrobiološkim preparatom NS-Nitragin. U toku vegetacionog perioda u dva navrata je izvedeno ručno plevljenje korova i okopavanje (Kolarić i sar, 2014a).

U toku vegetacionog perioda praćeni su parametri produktivnosti fotosinteze počevši od faze prvih stalnih listova na stablu, pa do početka sazrevanja mahuna. Ova merenja obavljana su na svakih 10 dana uzimanjem uzoraka od po 5 biljaka sa svake obračunske parcelice i svih ponavljanja. Na uzorcima je utvrđen broj listova, dok je i površina određena merenjem najveće dužine i širine listova i množenjem sa korekcionim faktorom 0,72 (Sarić i sar., 1986). Žetva je obavljena ručno i to 10. septembra u prvoj i 17. septembra u drugoj ispitivanoj godini. Posle žetve uzeti su uzorci, sa svake parcelice i određen je prinos (Kolarić i sar., 2014a) zrna soje. Prinos zrna je sveden na 13% vlage, utvrđen za svaku parcelicu i preračunat po hektaru. Podaci su obrađeni analizom varijanse a značajnost razlika između faktora testirana je LSD testom.

Na osnovu parametara površine lista, Kolarić, 2010, sveže i suve materije, izračunata je i RGR (relativna brzina rastenja (relative growth rate) tj. relativno povećanje suve materije u jedinici vremena): $RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / t_2 - t_1$ (g x dan⁻¹).

Zemljište. Soja se može uspešno gajiti na različitim tipovima zemljišta, pod uslovom da su duboka, strukturna, dobro aerisana i neutralne reakcije, podesnih vazdušno-vodnih i drugih osobina. Za soju su najbolja zemljišta tipa černozem, livadska i ritska crnica i plodnije gajnjače. Za soju je veoma važna aeracija zemljišta, koja podstiče razviće korena, životnu aktivnost kvržičnih bakterija i uopšte rast i razviće biljaka. Ona zavisi od tipa zemljišta, primenjene agrotehnike i uslova spoljne sredine. Černozem je tip zemljišta koji zauzima veći deo površine Banata, Bačke, Srema, delom Mačve i delova severne Šumadije, oko Beograda i Požarevca. Na formiranje ovog tipa zemljišta dominantno su delovale stepska

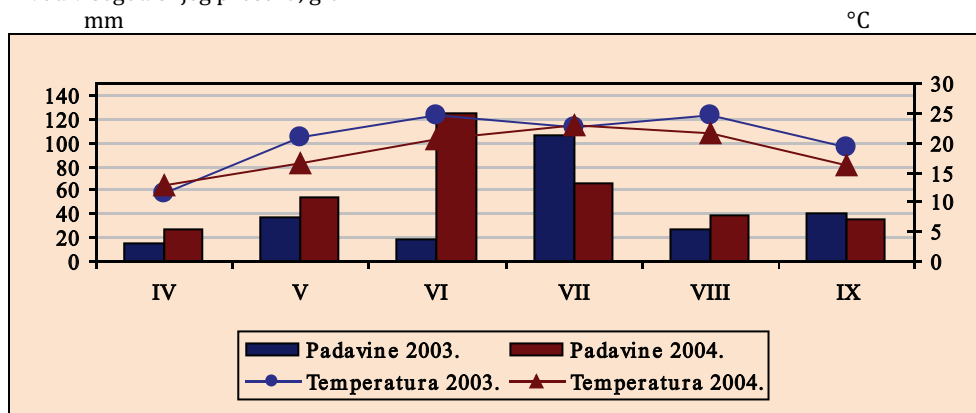
travna vegetacija i činioci pedogeneze. Glavni supstrat iz kog se razvio naš černoze jest praškasti eolski nevezani sediment – les, koji sadrži 20-30% karbonata. U ovakvim uslovima, tokom proleća se stvarala velika količina organske materije, a suva leta i hladne zime ograničivale su mineralizaciju, pa se humus postepeno nagomilavao u gornjim delovima profila. Humusno-akumulativni horizont je dubok i mrke boje (Kolarić i sar, 2014a). Pošto je matični supstrat, karbonatni les, u takvim uslovima došlo je do obrazovanja blagog humusa. Organska materija zemljišta je vrlo dobro povezana sa mineralnim delom, tako da je obrazovan dobar organomineralni kompleks, tab.1.

Tab. 1. Hemijske osobine zemljišta na oglednom polju, Zemun Polje, 2003-2004.
Chemical properties of soil at the experimental field, Zemun Polje, 2003-2004
*Kolarić i sar. 2014a, 2014b

Dubina Zemljiš. sloja <i>The depth of the soil</i>	pH u H ₂ O KCl		CaCO ₃ (%)	Hum. (%)	Ukupan Azot (%) <i>Total nitrogen</i>	C/N	Pristupačan azot (ppm) <i>Affordable nitrogen</i>			mg/100 gr. zemljišta	
	NH ₄	NO ₃					NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O		
0-20 cm	7,95	7,25	1,6	2,87	0,180	9,2:1	8,4	15,4	23,8	26,8	25,4
20-40 cm	8,00	7,40	2,2	2,72	0,175	9,0:1	4,9	16,8	21,7	26,8	24,3

Matični supstrat je, karbonatni les, u takvim uslovima došlo je do obrazovanja blagog humusa. Organska materija zemljišta je vrlo dobro povezana sa mineralnim delom, tako da je obrazovan dobar organomineralni kompleks (tabela 1). Iz tabele 1. se vidi da je zemljište bilo srednje obezbeđeno ukupnim azotom. Prema vrednosti pH faktora vidi se da je zemljište bilo slabo alkalne reakcije. Sadržaj CaCO₃ na dubini od 20 cm iznosi 1,6 % i ukazuje da je zemljište bilo slabo karbonatno, dok na dubini od 40 cm iznosi 2,2 % i ukazuje da je zemljište karbonatno. Sadržaj humusa sa dubinom je opadao, na dubini od 20 cm iznosio je 2,87 %, a na dubini od 20 do 40 cm je 2,72%, što ukazuje da je zemljište bilo humusno, kao i na znatno učešće azota u njemu. Takođe, obezbeđenost zemljišta fosforom i kalijumom bila je visoka (Kolarić i sar. 2014a), izuzev na dubini od 40 cm gde je zemljište imalo optimalne vrednosti kalijuma.

Meteorološki uslovi. Temperature vazduha u prvoj ispitivanoj godini, T = 20,6°C, bile su više za 1,9°C u odnosu na drugu godinu, odnosno bile su više za 2,4°C u odnosu na višegodišnji prosek, T=18,2 °C. U drugoj ispitivanoj godini, temperature vazduha bile su na nivou višegodišnjeg proseka, graf. 1.



Graf. 1. Temperature i padavine tokom vegetacionog perioda 2003. i 2004. godine
Graf. 1. Temperature and rainfall during the vegetation period of 2003 and 2004

Količine i raspored padavina po godinama su varirale tako da je vodni režim u prvoj godini, godini sa manje padavina, značajno uticao i na proizvodnju soje. Druga ispitivana godina, 2014., bila znatno povoljnija za gajenje soje, graf. 1.

Veća količina padavina, kao i njihov povoljniji raspored, naročito u kritičnim fazama za razvoj soje, u kombinaciji sa povoljnim temperaturama (u granicama višegodišnjeg proseka), povoljnije su uticali na rasteenje i razviće soje a samim tim i na bolji prinos i kvalitet zrna soje. *Popović i sar.* (2013, 2014) navode da na prinos soje značajan uticaj ispoljavaju vremenski uslovi tokom vegetacije.

Rezultati rada i diskusija

Uticaj vegetacionog prostora i sorte na broj listova po biljci

U proseku za sorte obuhvaćene istraživanjima, najveći broj listova utvrđen je tokom petog merenja (20,8) i to pri kvadratnoj setvi (20 cm između redova). Apsolutno najveći broj listova po biljci utvrđen je kod sorte *Dragana* u petom merenju (25,9) na varijanti uskoredne setve u prvoj ispitivanoj godini, Kolarić, 2010. U proseku kod svih ispitivanih sorti prilikom svih merenja, najveći broj listova utvrđen setvom na 20 cm međurednog rastojanja, tab. 2.

Tab. 2. Uticaj međurednog rastojanja i sorte na broj listova po biljci soje, 2003.

Influence of row spacing and variety in the number of leaves per plant soybeans, 2003

Međuredno rastojanje (A)	Sorta (B)	Merenje								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
20	Bosa	8,1	14,4	20,0	18,4	17,5	10,3			
45		7,7	13,2	15,5	18,3	16,3	10,0	-	-	
70		7,3	12,5	14,2	17,3	15,9	10,0			
	Prosek	7,7	13,4	16,6	18,0	16,6	10,1	-	-	
20	Balkan	8,4	12,5	18,7	19,8	18,9	15,4	8,1		
45		8,1	12,5	16,5	19,0	18,8	14,7	7,9	-	
70		7,6	10,5	15,8	17,4	14,8	12,4	7,1		
	Prosek	8,0	11,8	17,0	18,7	17,5	14,2	7,7	-	
20	Dragana	9,1	12,9	17,9	23,8	25,9	18,2	20,0	11,7	
45		8,3	12,7	17,4	20,0	24,6	17,8	18,3	10,1	
70		8,1	12,6	17,1	19,9	20,4	17,2	18,4	8,9	
	Prosek	8,5	12,7	17,5	21,2	23,6	17,7	18,9	10,2	
	Prosek	20	8,5	13,3	18,9	20,7	20,8	14,6	14,1	11,7
		45	8,0	12,8	16,5	19,1	19,9	14,2	13,1	10,1
		70	7,7	11,9	15,7	18,2	17,0	13,2	12,8	8,9
	Ukupni prosek		8,1	12,6	17,0	19,3	19,2	14,0	13,3	10,2

Merenje	Nivo značajnosti	A	B	BxA	AxB
I	LSD	0,05	0,58	0,30	0,52
		0,01	0,87	0,41	0,71
II	LSD	0,05	0,50	0,40	0,69
		0,01	0,75	0,54	0,94
III	LSD	0,05	0,37	0,28	0,49
		0,01	0,55	0,39	0,67
IV	LSD	0,05	0,37	0,32	0,57
		0,01	0,56	0,44	0,77
V	LSD	0,05	0,46	0,39	0,67
		0,01	0,70	0,53	0,92
VI	LSD	0,05	0,40	0,48	0,83
		0,01	0,60	0,66	0,66
VII	LSD	0,05	0,40	0,43	0,75
		0,01	0,61	0,62	1,07
VIII	LSD	0,05	0,66	-	-
		0,01	0,94	-	-

Najveći broj listova je, u proseku za međuredna rastojanja obuhvaćena istraživanjima, utvrđen u petom merenju kod sorti *Bosa* i *Balkan* (21,3 i 21,8), odnosno u šestom merenju kod sorte *Dragana* (22,1). Slično prvoj istraživanoj godini, u ovim

momentima sorte su bile u reproduktivnoj fazi (R₅). U proseku za sorte obuhvaćene istraživanjima, najveći broj listova konstatovan je pri najužem međurednom rastojanju (20 cm između redova) i to 22,0. U ovom slučaju, utvrđena je statistički značajna razlika u broju listova između kvadratne setve (20 cm) i standardne setve (45 cm) kao i širokoredne setve (70 cm između redova). Takođe, i u drugoj istraživanoj godini, prilikom svih merenja, najveći broj listova utvrđen je na varijantama uskoredne setve, kod svih ispitivanih sorti.

Analizom dobijenih rezultata utvrđen je veći broj listova u meteorološki povoljnijoj drugoj istraživanoj godini, kako u proseku za sve vegetacione prostore - međuredna rastojanja obuhvaćena istraživanjima, tako i po sortama, što je uslovalo razvoj veće lisne površine a time neposredno i veći prinos zrna soje (tabele 2 i 3, graf. 2).

U prvoj, sušnoj istraživanoj godini, u proseku za međuredna rastojanja, najveći broj listova utvrđen je u četvrtom merenju kod sorti *Bosa* i *Balkan* (18,0 i 18,7), odnosno u petom merenju kod sorte *Dragana* (23,6). Kod sve tri sorte tada je konstatovana faza formiranja semena (R₅) što se podudara sa rezultatima *Savića* (2001). U toku druge godine izvršeno je ukupno devet merenja, za jedno više u odnosu na sušnu prvu godinu, usled povoljnijih agroekoloških uslova i nešto dužeg vegetacionog perioda genotipova obuhvaćenih istraživanjima, tab. 3.

Tab. 3. Uticaj međurednog rastojanja i sorte na broj listova po biljci soje, 2004.

Influence of row spacing and variety in the number of leaves per plant soybeans, 2004

Međuredno rastojanje (A)	Sorta (B)	Merenje								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	Bosa	4,1	9,3	15,6	21,9	23,3	19,1	11,9		
45		4,0	8,3	15,3	21,0	20,4	17,9	9,2	-	-
70		3,9	8,3	12,6	18,5	20,2	14,6	7,1		
Prosek		4,0	8,6	14,5	20,5	21,3	17,2	9,4	-	-
20	Balkan	4,0	10,3	16,8	21,2	21,9	20,0	14,8	6,1	
45		4,0	9,5	15,5	20,0	21,9	18,1	12,9	5,6	-
70		3,8	9,1	15,4	16,9	21,7	17,2	12,7	5,1	
Prosek		3,9	9,6	15,9	19,4	21,8	18,4	13,5	5,6	-
20	Dragana	4,2	10,4	15,6	20,8	20,9	23,8	19,0	17,1	7,8
45		4,1	10,3	15,3	19,6	20,7	23,1	18,3	13,3	5,9
70		3,7	8,0	14,3	18,6	20,2	19,3	18,0	11,2	5,6
Prosek		4,0	9,6	15,1	19,7	20,6	22,1	18,4	13,9	6,4
Prosek	20	4,1	10,0	16,0	21,3	22,0	21,0	15,2	11,6	7,8
	45	4,0	9,4	15,4	20,2	21,0	19,7	13,5	9,5	5,9
	70	3,8	8,5	14,1	18,0	20,7	17,0	12,6	8,2	5,6
Ukupni prosek		4,0	9,3	15,2	19,8	21,2	19,2	13,8	9,8	6,4

Merenje	Nivo značajnosti	A	B	BxA	AxB
I	LSD	0,05	0,17	0,16	0,28
		0,01	0,26	0,22	0,38
II	LSD	0,05	0,35	0,31	0,54
		0,01	0,53	0,43	0,74
III	LSD	0,05	0,55	0,30	0,52
		0,01	0,84	0,41	0,71
IV	LSD	0,05	0,33	0,36	0,63
		0,01	0,50	0,49	0,86
V	LSD	0,05	0,40	0,34	0,59
		0,01	0,60	0,47	0,81
VI	LSD	0,05	0,44	0,28	0,49
		0,01	0,66	0,38	0,67
VII	LSD	0,05	0,61	0,43	0,74
		0,01	0,91	0,59	1,02
VIII	LSD	0,05	0,46	0,30	0,51
		0,01	0,70	0,42	0,73
IX	LSD	0,05	0,68	-	-
		0,01	0,98	-	-

Broj listova po biljci kao jedan od parametara produktivnosti fotosinteze, preduslov je za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa. Sam broj listova, ipak ne utiče na ostvarenje stabilnih prinosa. Ovaj parametar se, u toku vegetacionog perioda do određene granice

povećava, a posle se smanjuje (Popović, 1976; Kastori, 1989). Konkretno, za soju, povećava se do reproduktivne faze R₅ (formiranje semena), što je potvrđeno i u našim dvogodišnjim istraživanjima.

Uticaj međurednog rastojanja i sorte na relativnu brzinu rasta (RGR)

RGR je jedan od najznačajnijih parametara analize rasta i predstavlja relativno povećanje suve mase u jedinici vremena (Popović, 1976). Analiza dobijenih rezultata pokazuje neujednačene vrednosti i velika variranja u obe godine obuhvaćene istraživanjima. U prvoj, sušnoj istraživanoj godini najveće vrednosti RGR-a, su u proseku za faktore obuhvaćene istraživanjima, utvrđene u prva dva intervala i iznosile su 0,07 i 0,05 g/dan, tabela 4.

Tab. 4. Uticaj međurednog rastojanja i sorte na relativnu brzinu raste (RGR, g/dan), 2003.

Effect of row spacing and cultivar on relative growth rate (RGR, g/day), 2003

Međuredno rastojanje (A) <i>Row spacing</i>	Sorta (B)	Interval						
		I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI	VI-VII	VII-VIII
20	Bosa	0,07	0,07	0,04	0,02	0,007		
45		0,07	0,05	0,02	0,01	0,005	-	-
70		0,07	0,05	0,02	0	0,002		
Prosek / Average		0,07	0,06	0,03	0,01	0,005	-	-
20	Balkan	0,07	0,06	0,06	0,04	0,02	0,004	
45		0,06	0,05	0,05	0,02	0,01	0,002	
70		0,06	0,05	0,05	0,001	0,001	0,001	-
Prosek / Average		0,06	0,05	0,05	0,02	0,01	0,002	-
20	Dragana	0,07	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,002
45		0,07	0,05	0,04	0,03	0,008	0,01	0,001
70		0,06	0,04	0,03	0,03	0,001	0,01	0
Prosek / Average		0,07	0,05	0,04	0,03	0,006	0,01	0,001
20	Prosek	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,007	0,002
45		0,07	0,05	0,04	0,02	0,01	0,006	0,001
70		0,06	0,05	0,03	0,01	0,004	0,005	0
Ukupni prosek / Total Average		0,07	0,05	0,04	0,02	0,007	0,006	0,001

Razlike u vrednostima ovog parametra između sorti kao i međurednih rastojanja u ovim intervalima su veoma male. U četvrtom intervalu, zabeležena je, u proseku, vrednost ovog parametra od 0,04 g/dan. Nešto pre ovog perioda periodu (II i III dekada juna meseca) biljke su bile izložene stresnim uslovima (količina padavina 10,4 mm uz ekstremno visoke srednje dekadne temperature od 25,0 i 23,9 °C). Nakon ovoga sledi interval slabije relativne brzine rasta (prosečna vrednost 0,02 g/dan). Najniže vrednosti ovog parametra su, kod svih ispitivanih genotipova, utvrđene pri kraju vegetacionog perioda.

U meteorološki povoljnijoj drugoj godini, situacija je bila nešto drugačija (tab., 5). Veće vrednosti ovog parametra, u odnosu na prvu godinu, zabeležene su na početku vegetacionog perioda. U proseku za faktore obuhvaćene istraživanjima iznosile su 0,09 i 0,08 g/dan (najveće vrednosti). Sa odmicanjem vegetacionog perioda, vrednosti RGR-a su se skoro ravnomerno smanjivale. Najniže vrednosti ovog parametra, u proseku za sve ispitivane sorte, slično prvoj godini, zabeležene su u poslednjem intervalu merenja (prosečno 0,01 g/dan). U povoljnijoj 2. godini, kod svih sorti i intervala merenja, najviše vrednosti ovog parametra bile su pri najužem međurednom rastojanju, kvadratnom obliku vegetacionog prostora (20 cm).

Tab. 5. Uticaj međurednog rastojanja i sorte na relativnu brzinu rasteanja (RGR, g/dan), 2004.

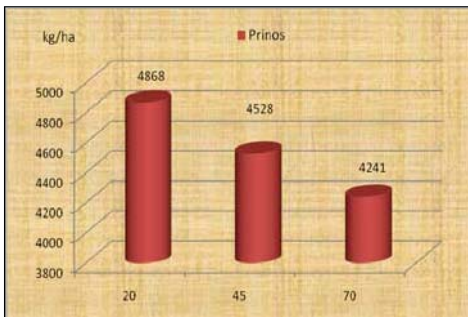
Effect of row spacing and cultivar on relative growth rate (RGR, g/day), 2004

Međuredno rastojanje (A) <i>Row spacing</i>	Sorta (B)	Interval							
		I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
20	Bosa	0,12	0,08	0,07	0,04	0,03	0,02		
45		0,09	0,08	0,06	0,02	0,03	0,01	-	-
70		0,08	0,07	0,06	0,02	0,01	0,01	-	-
Prosek/Average		0,1	0,08	0,06	0,03	0,02	0,01	-	-
20	Balkan	0,11	0,1	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	
45		0,08	0,1	0,05	0,04	0,04	0,02	0,01	
70		0,08	0,08	0,04	0,03	0,04	0,01	0,003	-
Prosek/Average		0,09	0,09	0,05	0,04	0,04	0,02	0,01	-
20	Dragana	0,11	0,09	0,06	0,07	0,04	0,04	0,03	0,02
45		0,1	0,08	0,06	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01
70		0,09	0,07	0,05	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01
Prosek/Average		0,1	0,08	0,06	0,06	0,02	0,03	0,02	0,01
20	Prosek/Average	0,11	0,09	0,06	0,05	0,04	0,03	0,025	0,02
45		0,09	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,015	0,01
70		0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,007	0,01
Ukupni prosek Total Average		0,09	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,015	0,01

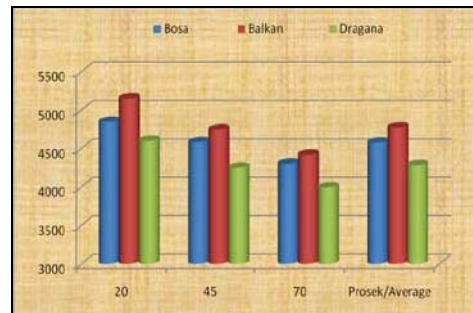
Veće vrednosti RGR-a na početku vegetacionog perioda biljaka smatraju se logičnim budući da mlade biljke u sebi sadrže tkiva koja ne poseduju fotosintetsku aktivnost, a uz to je i manja zasenjenost biljaka u početnim fazama razvoja. Naša istraživanja su u saglasnosti sa istraživanjima Savića (2001).

Uticaj međurednog rastojanja na prinos zrna soje

U proseku za ispitivane sorte, najveći prinos zrna soje ostvaren je pri kvadratnoj setvi (20 cm međurednog rastojanja) i iznosio je 4.868 kg ha⁻¹, a najmanji pri setvi 70cm, 4.241 kg ha⁻¹. Prosečan prinos zrna soje, u posmatranom periodu, za faktore obuhvaćene istraživanjima, iznosio je 4.545 kg ha⁻¹ i varirao je od 3.424 kg ha⁻¹ (prvoj) do 5.595 kg ha⁻¹ (drugoj istraživanoj godini). Prinos je bio veći u drugoj istraživanoj godini za 63,4% u odnosu na prvu godinu (Kolarić i sar., 2014a). Sorta Balkan imala je najveći prosečni prinos zrna, 4.773 kg ha⁻¹, graf. 2a, 2b.



a.



b.

Graf. 2. Uticaj međurednog rastojanja (20, 45 i 50cm) na prinos soje, kg ha⁻¹ (a, b)

Graph. 2. *Uticaj row spacing (20, 45 and 70cm) on soybean yield, kg ha⁻¹ (a, b)*

Prosečan prinos u dvogodišnjem istraživanju, Kolarić i sar. (2014a) navode da se za ispitivane sorte i međuredna rastojanja, kretao u intervalu od 3.997 kg/ha kod sorte *Dragana* pri najvećem međurednom rastojanju (70 cm između redova), do 5.151 kg/ha kod sorte *Balkan* pri najmanjem međurednom rastojanju (20 cm između redova) (graf 2b). U proseku za ispitivana međuredna rastojanja, najveći prinos zrna soje je, u dvogodišnjem periodu, imala je sorta *Balkan* (I grupa zrenja) i to 4.773 kg/ha i bio je veći za 194 kg/ha u odnosu na ranostasnu sortu *Bosa* i za 489 kg/ha u odnosu na sortu *Dragana* (II grupa zrenja) (graf 2b).

Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima, i *Bullock i sar.*(1998), *Bowers i sar.* (2000), *Heatherly i sar., 2002*, *Holshouser and Whittaker, 2002*, *Nenadić i sar.* (2003), *Vignjević, 2006*.

Zaključak

Na osnovu naših dvogodišnjih istraživanja uticaja međurednog rastojanja i sorte na fiziološke pokazatelje: broj listova po biljci i relativnu brzinu rasteња (RGR) mogu se predložiti sledeći zaključci:

- Analizom dobijenih rezultata utvrđen je veći broj listova u meteorološki povoljnijoj drugoj istraživanoj godini, kako u proseku za međuredna rastojanja obuhvaćena istraživanjima, tako i po sortama, što je uslovlilo razvoj veće lisne površine a time neposredno i veći prinos zrna soje.
- U sušnoj godini, u proseku za međuredna rastojanja, najveći broj listova imale su sorte *Bosa* i *Balkan* u fazi formiranja semena (R₅) u četvrtom merenju, 18,0 i 18,7, odnosno u petom merenju sorta *Dragana*, 23,6.
- U proseku za sorte obuhvaćene istraživanjima, najveći broj listova bio je u petom merenju (20,8) i to pri kvadratnoj setvi (20 cm između redova). Apsolutno najveći broj listova po biljci imala je sorta *Dragana* u petom merenju (25,9) u varijanti uskoredne setve. Kod ispitivanih sorti prilikom svih merenja, najveći broj listova utvrđen kod uskoredne setve, 20 cm.
- Relativna brzina rasteња (RGR) je jedan od najznačajnijih parametara analize rasteња i predstavlja relativno povećanje suve mase u jedinici vremena. U prvoj, sušnoj godini najveće vrednosti RGR-a utvrđene u prva dva intervala i iznosile su 0,07 i 0,05 g/dan.
- Prosečni prinos zrna soje iznosio je 4.545 kg/ha. Najveći prinos zrna soje imala je sorta *Balkan* (4.773 kg/ha).
- U proseku za ispitivane sorte, najveći prinos zrna soje ostvaren je pri kvadratnoj setvi (20 cm međurednog rasteња) i iznosio je 4.868 kg/ha. Sa povećanjem rasteња između redova na 45 cm i 70 cm prinos zrna se smanjivao.
- Idealan vegetacioni prostor je kvadratni oblik odnosno setva na manjem međurednom rastojanju (20 cm). Ovakva setva daje profitabilniju proizvodnju soje.

Literatura

1. *Belić, B.* (1964): Uticaj vegetacionog prostora na kvantitativne osobine soje. Doktorska disertacija, Novi Sad.
2. *Bowers, R.G., Rabb, L.J., Ashlok O.L and Santini, B. J* (2000): Row spacing in the early soybean production system. *Agronomy Journal*, 92: 524-531.
3. *Bullock, D., Khan, S., and Rayburn, A.* (1998): Soybean yield response to narrow rows as largely due to to enhanced early growth. *Crop Science*, 38: 1011-1016.
4. *Hanway, J.J. and Weber, C.R.* (1971): Dry matter accumulation in light soybean. *Agronomy Journal*, Vol. 63, III-IV. 70-80.
5. *Heatherly, L.G., Spurlock, R.S, Elmor, C. D.* (2002): Row width and weed menagment system for early soybean production systems plantings in the midsouthern USA. *Agronomy Journal*, 94: 1172-1180.
6. *Holshouser, L.D. and Whittaker, P.J.* (2002): Plant population and row spacing effects on early soybean production systems in the mid-atlantic USA. *Agronomy Journal*, 94: 603-611.

7. Egli, D.B. and Legget, J.E. (1973): Dry matter accumulation patterns in determinate and indeterminate soybeans. *Crop Science*, Vol. 13, No 2.71-80.
8. Kastori, R. (1989): Fiziologija biljaka. Matica Srpska, Novi Sad, 238-310.
9. Kolarić, Lj. (2010): Uticaj međurednog rastojanja i sorte na produktivnost fotosinteze, prinos i kvalitet soje. Magistarski rad, 1-65.
10. Kolarić, Lj., Živanović, Lj., Popović, Vera, Ikanović, Jela, Srebrić, M. (2014a): Influence of inter-row spacing and cultivar on the productivity of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.]. *Biotechnology in Animal Husbandry*. DOI: 10.2298/BAH1403517K; 30 (3), 517-528.
11. Kolarić, Lj., Popović, Vera, Živanović, Lj., Ikanović, Jela, Srebrić, M. (2014b): Uticaj međurednog razmaka i sorte soje na produktivnost fotosinteze. *Bilten za alternativne biljne vrste*. Vol. 46, No. 87, in press. ISSN2217-205.
12. Kolarić Lj., Živanović Lj., Popović, Vera, Ikanović Jela (2014c): Influence of inter-row spacing and cultivar on the yield components of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.]. "Agriculture and Forestry". Podgorica, Montenegro. Vol. 60, 2, 167-176.
13. Kojić, M. (1987): Fitološka ekologija kulturnih biljaka. Naučna knjiga, Beograd.
14. Kolomejčenko, V.V. (1982): Fotosintetičke osnove povišenja produktivnosti kormovih kultura. *Vestnik selskohozjastvenih nauk*, No 7. 38-49.
15. Matotan, Z. (1989): Uticaj međurednog razmaka na indeks lisne površine i komponente prinosa soje. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, Vol. 54, br 1.2. 1989.
16. Miladinović, J., Hrutić, Milica, Vidić, M. (2008): Soja, monografija. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sojaprotein, Bečej. 513.
17. Mitrović, A. (1958): Uticaj gustine i načina setve na morfološke osobine i prinos soje na području južnog Banata. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, god. Vol. 11, No 33, 44-54.
18. Nave, W.R, Wax, L. M., Hummel, J.W. (1980): Tillage for corn and soybeans ASEA, Paper 80-10013, Am. Soc. Agric.
19. Nenadić, N., Nedić, M., Živanović, Lj., Kolarić, Lj., Simić, A., Jovanović, B., Vuković, Z. (2003): Uticaj oblika vegetacionog prostora na prinos semena i osobine rodnosti sorata soje. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, Vol. 9, br. 1, 73-80.
20. Popović, V., Vidić, M., Glamočlija, Đ., Tatić, M., Vučković, S., Ikanović, J. (2011): Effect of meteorological conditions on the production of NS soya bean seed, *Economics of agriculture*, Belgrade, EP 2011. (58) 2, 323-331.
21. Popović, V., Glamočlija Đ., Sikora V., Đekić V., Červenski J., Simić D. (2013): Genotypic specificity of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.] under conditions of foliar fertilization, *Romanian agricultural research*, Romania. DII 2067-5720 RAR 255; No. 30. 259-270.
22. Popović, Vera, Miladinović, J., Vidić, M., Mihailović, V., Ikanović, J., Đekić, V., Ilic A. (2014). Genotype x environment interaction between yield and quality components of soybean [*Glycine max.*]. "Agriculture and Forestry". Podgorica, Vol. 60. Issue 2: 33-46.
23. Popović, Ž. (1976): Fiziologija bilja. Naučna knjiga, Beograd, 206-216.
24. Rizzalli, R.H., Villalobos, F.J. (2002): Radiation interception, radiation use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum L.*). *European Journal of Agronomy*, 18,33-43.
25. Relić, S. (1996): Variranje komponenata prinosa u zavisnosti od genotipova i gustine sklopa i njihov uticaj na prinos soje. Doktorska disertacija, Novi Sad.
26. Savić, M. (2001): Uticaj vremena setve na produktivnost fotosinteze, prinos i kvalitet semena soje u agroekološkim uslovima Semberije. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
27. Sarić, M., Petrović, M., Krstić, B., Kastori, R., Stanković, Ž., Petrović, N. (1986): Praktikum iz fiziologije biljaka. IP Naučna knjiga, Beograd.
28. Stivers, R.K. and Swearingin, M.L. (1980): Soybean yield compensation with different populations and missing plant patterns. *Agronomy Journal*, 72: 98-102.
29. Vignjević, P. (2006): Morfološka svojstva, kvalitet i komponente prinosa u zavisnosti od oblika vegetacionog prostora kod sorata soje različitih grupa zrenja. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

UDC: 633.34:581.45
Originalni naučni rad

EFFECT OF ON OF VEGETATION SPACING: INCREASE IN DRY WEIGHT UNITS OF TIME - RELATIVE GROWTH (RGR) OF SOYBEAN PLANTS

V. Popović, Lj. Kolarić, Lj. Živanović, J. Ikanović, M. Srebrić, D. Simić, V. Đekić, V. Sikora*

Summary

The aim of soybean production is to achieve high and stable yields of good quality per unit area. An important role in high yields achieving has a proper arrangement of plants. The aim of this study was to examine the effect of row spacing and variety on increase of dry mass per unit time and the productivity of soybean. The paper analyzes three soybean cultivars and three row spacing. The analysis of the results showed a higher number of leaves in favorable weather conditions of second investigated year, to an average of row spacing included studies, and by varieties, which caused the development of a greater leaf area and thus directly and higher grain yield of soybean. In the first, dry year, in average for row spacing, the highest number of leaves had the seed formation stage (R5) cultivars Bosa and the Balkans in the fourth measurement, 18.0 and 18.7, respectively in the fifth measurement variety Dragana, 23.6.

On average for the varieties included in the study, the largest number of leaves was in the fifth measurement (20.8) and in the square sowing (20 cm between rows). In the cultivars, largest number of leaves was observed in sowing in narrow rows (20 cm).

Relative growth rate (RGR) is one of the most important parameters of the analysis of growth and represents a relative increase of dry mass per unit time. In the first, dry year the highest value of RGR were established in the first two intervals and amounted to 0.07 and 0.05 g/day.

The largest soybean grain yield (4868 kg ha⁻¹) was achieved at the narrow row sowing (at 20cm). Yields were decreased with increasing distance between the rows to 45 cm and 70 cm.

Keywords: leaf number, row spacing, RGR, yield, soybean, variety.

* Vera Popović, Ph.D., Vladimir Sikora, Ph.D., Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Serbia; Ljubiša Kolarić, M.Sc., Ljubiša Živanović, Ph.D., Jela Ikanović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Belgrade, Serbia; Mirjana Srebrić, Ph.D., Maize research Institute, Zemun Polje, Slobodana Bajića 1, Belgrade, Serbia; Divna Simić, Ph.D., Institute of PKB Agroekonomik, Belgrade; Vera Đekić, Ph.D., Center for Small Grains, Kragujevac.

E-mail of corresponding author: kolaric@agrif.bg.ac.rs; bravera@eunet.rs

Experiment needed for this work is part of the projects: TR 31022 and TR 31078, financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.