

UDK: 633.34:64.012.5:678.562:632.122

Originalni naučni rad

## SUŠA - LIMITIRAJUĆI FAKTOR U PROIZVODNJI SOJE; EFEKAT NAVODNJAVANJA NA PRINOS SOJE - *GLYCINE MAX*

V. Popović, J. Miladinović, M. Vidić, S. Vučković, Ž. Dolijanović,  
J. Ikanović, Lj. Živanović, Lj. Kolarić\*

### Izvod

Stres izazvan sušom je najozbiljniji limitirajući faktor u proizvodnji soje. Abiotički stres kod soje izazivaju: deficit vode i ishrane i visoke temperature. Efekti nepovoljnih klimatskih faktora, temperatura i njenih ekstrema i deficit padavina, na biljnu proizvodnju mogu se ublažiti izborom tolerantnih sorti, ranijom setvom i pravilnom tehnologijom proizvodnje.

U eksperimentalnim istraživanjima ispitivan je prinosi zrna soje i prinosi proteina i ulja, NS sorte Galina, u organskom sistemu gajenja, u prirodnom vodnom režimu i u uslovima navodnjavanja. Prosečni prinosi zrna soje varirali su od 3.560 kg ha<sup>-1</sup> (prirodni vodni režim) do 4.502 kg ha<sup>-1</sup> (u navodnjavanju). U uslovima navodnjavanja, prinos zrna i prinos proteina bio je signifikantno viši u odnosu na varijantu bez navodnjavanja. Istraživanja pokazuju da je ostvareno prosečno povećanje prinosa zrna od 26,46 % i prinosa proteina od 26,18 % u varijanti sa navodnjavanjem. Prinos ulja bio viši u varijanti sa navodnjavanjem u odnosu na prirodni vodni režim ali razlika nije bila signifikantna.

Navodnjavanje je poželjna agrotehnička mera u proizvodnji soje u sušnoj godini i preduslov je za ekonomski isplativu proizvodnju soje.

**Gljučne reči:** soja, organski sistem gajenja, prinos zrna, prinos proteina i ulja, suša, navodnjavanje.

### Uvod

Povećanjem površina u organskom sistemu gajenja smanjuje se degradacija prirode, obezbeđuje se zaštita ekosistema, povećava se bioraznolikost u agroekosistemima, i mogućnost prodaje na tržištu hrane visoke hranljive vrednosti. Organskom proizvodnjom unapređuje se kvalitet životne sredine i resursa na kojima se proizvodnja zasniva i zadovoljavaju se potrebe stanovništva za zdravstveno bezbednom hranom.

Organska biljna proizvodnja je proizvodnja bez upotrebe insekticida, pesticida, fungicida i veštačkih đubriva, regulatora rasta, hormona, antibiotika, GMO i promoviše metode koje imaju pozitivan efekat na zaštitu životne sredine (Malešević i sar., 2008). Organska biljna proizvodnja je zakonski regulisana, uključuje kontrolu i sertifikaciju proizvodnje i ostvaruje u saglasnosti sa normama, pravilima i standardima (Popović i sar., 2012).

Soja je najvažnija leguminozna biljna vrsta, jer je glavni izvor biljnih proteina u ljudskoj ishrani i ishrani domaćih životinja. Zrno soje sadrži oko 40% proteina i 20% ulja. Proizvodnja soje u organskom sistemu proizvodnje je od velikog značaja zbog azotofiksacije i održavanja plodoreda. Azotofiksacijom biljke obezbeđuju zemljište lakopristupačnim azotom u količini od 40 do 75 %, koja varira u zavisnosti od tipa zemljišta i ostalih biotičkih i abiotičkih faktora (Miladinović i sar., 2008, Popović, 2010).

\* Dr Vera Popović, dr Jegor Miladinović, dr Miloš Vidić, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija; Prof dr Savo Vučković, prof dr Željko Dolijanović, dr Jela Ikanović, docent dr Ljubiša Živanović, mr Ljubiša Kolarić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.

E-mail prvog autora: vera.popovic@ifvcns.ns.ac.rs

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

U našim agroklimatskim uslovima proizvodnja se odvija uglavnom u uslovima prirodnog vodnog režima. Najozbiljniji limitirajući faktor u proizvodnji soje je stres izazvan sušom. Abiotički stres kod soje izazivaju: deficit vode i ishrane i visoke temperature. Soja je osetljiva na nedostatak vode pogotovo u fazi cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna. Jako suša u tom periodu razvoja soje može da umanjuje prinos 32-42 %. U sušnim uslovima soja odbacuje cvetove i dolazi do srazmerno velikog smanjenja oplodnje a samim tim i do značajno nižih prinosa. Biljke soje izložene suši i visokim temperaturama proizvode manje mahuna, manji broj semena u mahuni, nižu masu semena, a krajnji rezultat je laboratorijska i poljska klijavost semena (Popović, 2010, citat: Dornbos i sar., 1989).

Međutim, kako je u letnjem periodu suša česta pojava i često ima ozbiljne posledice na umanjeње prinosa, navodnjavanje ratarskih useva u ovakvim godinama je poželjno. Uspešnost navodnjavanja soje zahteva poznavanje specifičnosti ove biljne vrste (Popović i sar., 2014). Navodnjavanje je preduslov profitabilne poljoprivredne proizvodnje i poželjna je agrotehnička mera u proizvodnji soje u sušnim godinama.

Utjecaji nepovoljnih klimatskih faktora, temperatura i njenih ekstrema i deficit padavina, na biljnu proizvodnju mogu se ublažiti izborom tolerantnih sorti, ranijom setvom i pravilnom i pravovremenom tehnologijom proizvodnje. Primena ovih mera je najbolje rešenje u borbi protiv suše.

Postoji više postupaka u borbi protiv suše počev od genetike, oplemenjivanja, selekcije, rejonizacije pojedinih sorti (Miladinović i sar., 2008, citat: Bošnjak, 2001, Popović i sar., 2013a, 2013b, 2014) pa do primene brojnih agrotehničkih mera u tehnologiji proizvodnje soje.

Cilj rada bio je da se na osnovu eksperimentalnih istraživanja, u organskom sistemu proizvodnje, utvrdi efekat navodnjavanja na prinos zrna soje i prinose proteina i ulja u aridnoj, nepovoljnoj godini za proizvodnju.

## Materijal i metod rada

Ogledi sa NS sortom soje, Galina, 0 grupe zrenja, postavljeni su po planu podeljenih parcela u tri ponavljanja, na parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, u Bačkom Petrovcu ( $\varphi$ N 45°20',  $\lambda$ E 19°40', m.s.l. 89), u organskom sertifikovanom sistemu za proizvodnju, 2012. godine.

Eksperiment je izveden na zemljištu tipa černozem. Zemljište je bilo umereno alkalno, dosta humusno, karbonatno, dobro obezbeđeno azotom i  $K_2O$  i sa povišenim sadržajem  $P_2O_5$  (Tab. 1).

**Tab. 1.** Agrohemijska analiza zemljišta, Bački Petrovac, 2012.

*Agrochemical soil analysis, Bački Petrovac, 2012\**

Godina <i>Year</i>	pH u H <sub>2</sub> O <i>pH in H<sub>2</sub>O</i>	pH u KCl <i>pH in KCl</i>	Humus %	CaCO <sub>3</sub> %	Ukupni N <i>Total N</i>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g
2012.	8,26	7,50	3,46	8,76	0,237	25,80	22,70

\*Popović i sar., 2014.

Osnovna parcela iznosila je 10 m<sup>2</sup>, sa međurednim razmakom od 50 cm. Predusev je bila pšenica. Sklop biljaka bio je 500.000 biljaka. Setva soje je obavljena u optimalnom roku. Neposredno pre setve vršena je inokulacija semena mikrobiološkim preparatom *NS Nitragin*. Sve agrotehničke mere odrađene su pravovremeno i pravilno. Mehaničke mere nege: međuredna kultivacija i okopavanje, izvodile su se dva puta. Prvi put kada usev soje imao prvi troperi list, a drugi put pre sklapanja redova, slika 1.

Ogled se sastojao iz dve varijante: 1. Kontrola – prirodni vodni režim; 2. Varijanta u navodnjavanju; Usev je navodnjavan 3 puta sa po 35 l vode po m<sup>2</sup> u kritičnim periodima soje: period cvetanja, R2, period formiranja i rast mahuna, R3, i period formiranja i nalivanja zrna, R5-R6. Žetva soje obavljena je u tehnološkoj zrelosti biljaka, ručno. Posle žetve

izmereni su uzorci i utvrđen je sadržaj vlage u zrnu. Prinos (Popović i sar., 2014) je obračunat po jedinici površine, svođenjem na 13 % vlage.



**Slika 1.** Okopavane soje u organskom sistemu gajenja, Bački Petrovac, 2012. (foto: Popović)  
**Fig. 1.** *Hilling up soybean in organic cropping system, Bački Petrovac, 2012* (picture: Popović)

Analiza dobijenih eksperimentalnih podataka izvršena je putem deskriptivne i analitičke statistike uz pomoć statističkog paketa STATISTICA 12 for Windows. Definisani model analize varijanse sa jednim faktorom varijabiliteta prikazan je linearnim modelom oblika (Maletić, 2005):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}, \quad i=1,2,\dots,k; \quad j=1,2,\dots,n.$$

kao rezultat zbiru tri aditivne komponente:

- aritmetičke sredine zajedničkog osnovnog skupa,  $\mu = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n \mu_i$

- dejstva posmatranog faktora,  $\alpha_i = (\mu_i - \mu)$ , tj. u kojoj meri određeni tretman doprinosi da se aritmetička sredina osnovnog skupa razlikuje od opšte aritmetičke sredine svih osnovnih skupova;

- nezavisne slučajne veličine ili slučajne greške koja ima normalni raspored,  $\varepsilon_{ij}: N(0, \sigma^2)$ , a pokazuje odstupanje svake jedinice od aritmetičke sredine skupa kojem jedinice pripadaju.

Sve ocene značajnosti izvedene su na osnovu LSD-testa za nivo značajnosti 0,5% i 0,1%. Definisana je relativna zavisnost metodom korelacione analize, a dobijeni koeficijenti testirani su t-testom za nivo značajnosti 0,5% i 0,1%. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

### Rezultati istraživanja i diskusija

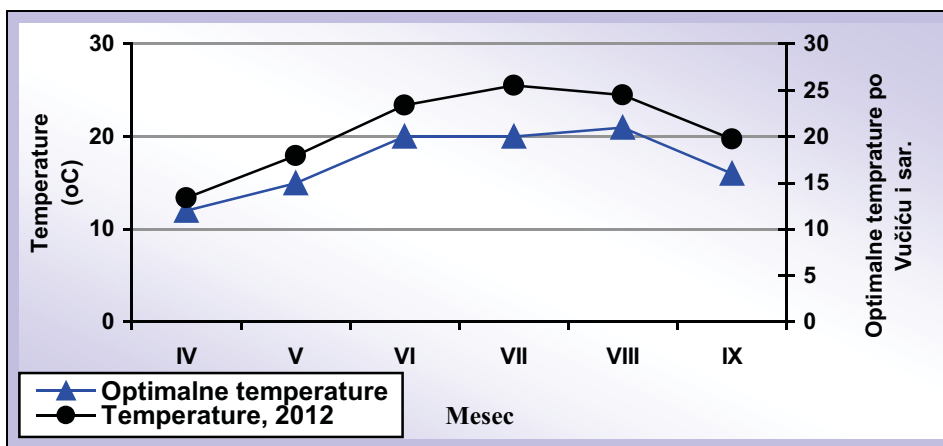
Odnos soje prema klimatskim faktorima određen je njenim poreklom tj. tokom filogeneze. Soja potiče iz Mandžurije gde za vreme cvetanja i formiranja mahuna vlada monsunska, odnosno, topla i vlažna klima sa visokom relativnom vlažnošću vazduha. U takvim klimatskim uslovima soja daje visoke i stabilne prinose (Miladinović i sar., 2008, Popović, 2010, Kolarić i sar., 2014a).

**Meteorološki uslovi:** Kako su meteorološki uslovi u određenom području, promenljivi, od izuzetne je važnosti da se prati variranje spoljašnjih činilaca, i da se poznaje njihov uticaj na fiziološke procese koji određuju kvalitet semena kao i kritične faze biljaka sa gledišta formiranja prinosa i kvaliteta (Popović, 2010), ali i vreme primene pojedinih agrotehničkih mera.

Soja je biljka toplog podneblja ali dovoljno vlažnog i ima potrebe za relativno visokim temperaturama. Temperaturna suma za veoma rane sorte su 1700 °C do 1900°C, za rane sorte su 2000 °C do 2200°C, srednje kasne sorte 2600°C do 2750°C, za sorte izrazito duge vegetacije iznosi, 3000 °C pa do 3200 °C. Soja se seje kada zemljište na dubini setve, 4-5 cm, dostigne temperaturu od 10°C. Suma efektivnih temperatura za nicanje soje je 80 °C (iznad 8 °C). Optimalne temperature za klijanje i nicanje soje kreću se od 20-22 °C, za formiranje reproduktivnih organa od 22-25 °C, a za formiranje i nalivanje zrna od 21-23 °C dok temperature iznad 40°C deluju veoma nepovoljno na rast i razvoj soje. Optimalna temperatura za sazrevanje zrna je 19-20 °C (Miladinović i sar., 2008).

U pedoklimatskim uslovima Vojvodine potrebe soje za vodom, tokom vegetacionog perioda, kreću se od 450 mm do 480 mm. Nepovoljan uticaj suše na prinos soje u klimatskim uslovima Vojvodine najveći je ako se suša javi u fazi formiranja mahuna i nalivanja zrna (Dragović, 1993, Popović, 2010, Miladinović i sar., 2008). Evapotranspiracija i prinos soje zavise od predzalivne vlažnosti zemljišta. Sa povećanjem predzalivne vlažnosti zemljišta utrošak vode na evapotranspiraciju soje raste, međutim prinos ostaje na istom nivou ili opada jer biljke pri izobilju troše vodu neracionalno i neproduktivno. Najveći prinosi soje postižu se pri predzalivnoj vlažnosti zemljišta 60-65% od poljskog vodnog kapaciteta (PVK) i te vrednosti vlažnosti mogu se smatrati tehničkim minimumom vlažnosti zemljišta u klimatskim uslovima Vojvodine (Bošnjak, 1988).

Potrebe soje za vodom variraju tokom vegetacije u zavisnosti od faze razvoja i od srednjih dnevnih temperatura tokom vegetacionog perioda. U vreme klijanja i nicanja soji je neophodna dovoljna količina vode da bi seme moglo da nabubri i isklija. U kasnijim fazama, od nicanja do cvetanja, biljke soje su otporne na nedostatak vode i poželjniji je nedostatak vode nego prevelika vlažnost (Miladinović i sar., 2008). Vučić i sar. (1981) navode da su potrebe biljaka soje za vodom u aprilu mesecu 50 mm, u maju 75 mm, u julu 90 mm, u julu mesecu 90 mm, u avgustu mesecu 95 mm, u septembru mesecu 30 mm a optimalne temperature su od aprila do septembra: IV-12 °C, V-15 °C, VI-20 °C, VII-20 °C, VIII-21 °C i IX-16 °C.

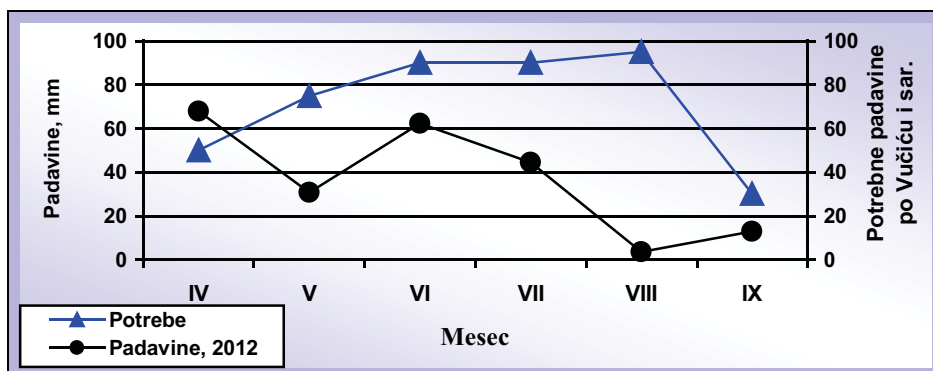


**Graf. 1.** Prosečne i optimalne temperature, °C, 2012., Bački Petrovac

**Graph. 1.** Average and optimal temperature, °C, 2012, Backi Petrovac

Sušna 2012. godina nije bila povoljna za proizvodnju soje. Tokom vegetacionog perioda prosečne srednje mesečne temperature vazduhe bile su 20,68 °C i bile su više optimalnih temperatura za 3,38 °C. Padavine su iznosile svega 221,52 mm i bile su skoro duplo manje u odnosu na optimalne temperature. Jedino je u aprilu mesecu, 67,80 mm, bilo više padavina od potreba za biljke soje za 17,80 mm. Od maja do septembra meseca beleži se deficit padavina u odnosu na potrebe biljaka soje. U maju mesecu zabeleženo je 30,6 mm, u junu 62,3 mm, u julu mesecu 44,3 mm, dok je u avgustu mesecu bilo svega 3,5 mm padavina što je za 91,5 mm manje od potreba biljaka soje, Popović i sar., 2014 (graf. 1).

Od maja meseca, tokom čitavog vegetacionog perioda, vladala je jaka suša i biljke soje bile su u stalnom deficitu vlage što je uticalo visinu prinosa (graf. 2).



**Graf. 2.** Ukupne i potrebne količine padavina, mm, 2012., Bački Petrovac

**Graph. 2.** Total and necessary quantities of precipitation, mm, 2012, Bački Petrovac

Soja je najosetljivija na nedostatak zemljišne vlage u fazi cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna, ali i na malu relativnu vlažnost vazduha. Od količine padavina u ovim fazama najviše zavisi prinos soje. U 2012. godini padavine su bile su niže od optimalnih za 137,20 mm a temperature su bile više od optimalnih u proseku za 4,35 °C, odnosno za 5,2 °C u julu i 3,5 °C u avgustu mesecu, Popović i sar., 2014.

### Prinos zrna

U svim sistemima gajenja najvažniji parametar uspeha je ostvarenje visokih prinosa. Količina i raspored padavina kao i temperatura vazduha su činioci od presudnog značaja za uspeh biljne proizvodnje (Popović, 2010, Glamočlija i sar., 2014/15). Efekat navodnjavanja zavisi od vremenskih uslova godine. U sušnim godinama efekat navodnjavanja može biti izrazito visok, čak i preko četiri puta viši. U uslovima navodnjavanja, ako se u periodu vegetacije soje eliminiše prirodni deficit lakopristupačne vode, mogu se postići visoki i stabilni prinosi soje (Bošnjak i Pejić, 1994).

U organskom, ekološkom, sistemu gajenja NS sorta Galina, ostvarila je visoke prinose zrna. Prosečni prinosi varirali su od 3.560 kg ha<sup>-1</sup> u kontrolnoj varijanti do 4.502 kg ha<sup>-1</sup> u varijanti sa navodnjavanjem. U uslovima navodnjavanja prinos zrna bio je signifikantno viši u odnosu na kontrolnu varijantu, (p<0.5). Istraživanja pokazuju da je ostvareno prosečno povećanje prinosa soje u varijanti sa navodnjavanjem od 942 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno 26,46 %, Popović i sar., 2014, tabela 2, graf. 3. Povećanjem prinosa povećava se profitabilnost proizvodnje što je od izuzetno velike važnosti u organskom sistemu proizvodnje koji je praćen znatnim ulaganjima u kontrolu i sertifikaciju.

**Tab. 2.** Prinos zrna, prinos proteina i ulja soje, kg ha<sup>-1</sup>, Bački Petrovac, 2012.

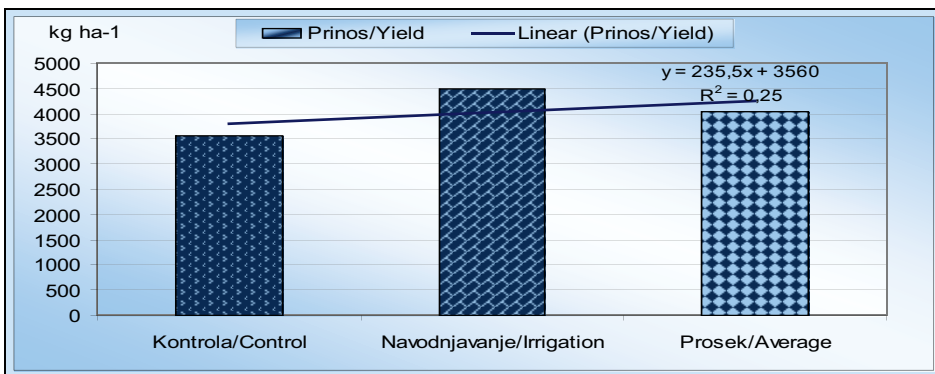
*Grain yield, protein and oil yield of soybean, kg ha<sup>-1</sup>, Bački Petrovac, 2012*

Sorta Galina Variety Galina	Kontrola Control	Navodnjavanje Irrigation	Prosek Average	Std. Dev	Std. Err
Prinos zrna/Grain yield*,kgha <sup>-1</sup>	3.560	4.502	4.031	574,84	234,67
Prinos proteina Protein yield, kg ha <sup>-1</sup>	1437	1821	1629	230,53	94,11
Prinos ulja/Oil yield, kg ha <sup>-1</sup>	778	884	831	81,98	33,47

\*Popović i sar., 2014.

Parametar /Parameter	LSD Test	0,5	0,1
Prinos zrna / Grain yield		625	1036
Prinos proteina / Protein yield		259	429
Prinos ulja / Oil yield		143	238

Naši rezultati su u skladu sa rezultatima Bošnjaka i Pejića (1994) gde autori u svojim istraživanjima navode da je ostvareno prosečno povećanje prinosa soje od 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno povećanje od 55% uz napomenu da su efekti navodnjavanja u pojedinim godinama varirali u intervalu od 37% do 71%.



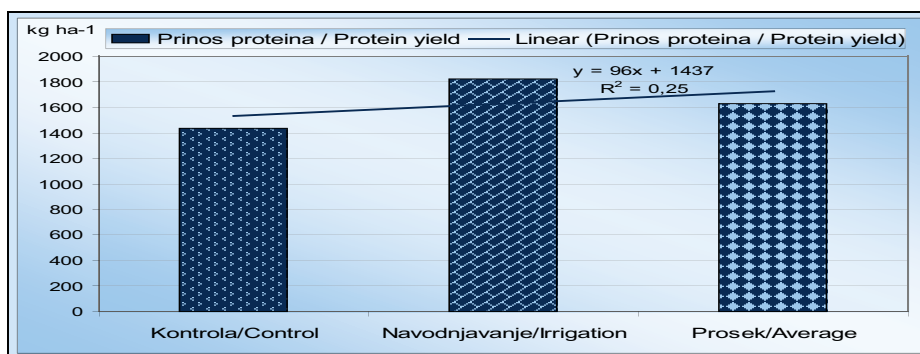
**Graf. 3.** Prinos zrna NS soje, (kg ha<sup>-1</sup>), Bački Petrovac, 2012.

**Graph. 3.** Yield grain of NS soybean, (kg ha<sup>-1</sup>), Bački Petrovac, 2012

Ukupna biljna proizvodnja u sušnoj 2012. godina bila je izuzetno loša. I prinosi soje u Srbiji bili su znatno niži u odnosu na višegodišnji prosek. Biljke soje su osetljive na nedostatak zemljišne vlage u fazi cvetanja i u fazama: nalivanja zrna i formiranja mahuna, ali i na malu relativnu vlažnost vazduha, pogotovo kada je suša u tom periodu prisutna sa visokim temperaturama vazduha, kao što je bilo u 2012. godini. Navodnjavanje u sušnim godinama je neophodna agrotehnička mera koja mora da se blagovremeno primeni u usevu. Od količine zalivnih normi u ovim fazama najviše je zavisio prinos soje jer su u 2012. godini padavine su bile u deficitu a temperature su bile visoke, pogotovo u julu i avgustu mesecu. U sušnim godinama kakva je bila 2012. godina navodnjavanjem se poboljšavaju uslovi za rast i razvoj biljaka. Navodnjavanjem soje se ublažavaju nepovoljni klimatski uslovi i obezbeđuje se ekonomski isplativa proizvodnja soje. Do sličnih rezultata došli su i Ikanović i sar. (2014) gde autori navode da da su najveći prinosi soje ostvareni u varijanti sa tri zalivanja, u fazi cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna.

### Prinos proteina i prinos ulja

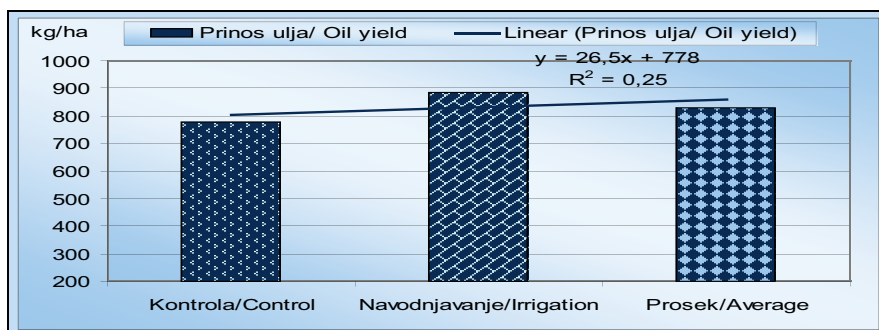
Zbog povoljnog sastava zrna, soja se svrstava u jednu od najvažnijih ratarskih biljaka i najvažnijih izvora biljnih proteina i ulja u svetu (Popović i sar., 2012). Prosečni prinosi proteina u zrnu soje u obe ispitivane varijante iznosili su 1.629 kg ha<sup>-1</sup>, dok je prosečni prinos ulja iznosio 831 kg ha<sup>-1</sup>, tab. 2, graf. 4 i 5.



**Graf. 4.** Prinos proteina, kg ha<sup>-1</sup>, 2012.

**Graph. 4.** Protein yield, kg ha<sup>-1</sup>, 2012

U uslovima navodnjavanja prinos proteina bio je signifikantno viši u odnosu na prinos proteina u uslovima prirodnog vodnog režima, ( $p < 0.5$ ). Istraživanja pokazuju da je ostvareno prosečno povećanje prinosa proteina u varijanti sa navodnjavanjem za  $384 \text{ kg ha}^{-1}$  odnosno za 26,72% (tab., 2, graf., 4).



**Graf. 5.** Prinos ulja soje,  $\text{kg ha}^{-1}$ , 2012.

**Graf. 5.** Oil yield of soybean,  $\text{kg ha}^{-1}$ , 2012

Prosečan prinos ulja, u uslovima navodnjavanja, iznosio je  $884 \text{ kg ha}^{-1}$  i bio je viši za  $106 \text{ kg ha}^{-1}$  odnosno za 13,62 % u odnosu na kontrolu. Ostvarena razlika između ispitivanih varijanti nije bila signifikantna, ( $p > 0.5$ ), tab. 2, graf., 5.

Standardna devijacija za prinos zrna iznosila je 574,84, za prinos proteina 230,53 dok je za prinos ulja iznosila 81,98 (tab., 2).

Poželjna agrotehnička mera u proizvodnji soje je navodnjavanje. U uslovima navodnjavanja povećan je prinos zrna za 26,46%, prinos proteina za 26,72% i prinos ulja za 13,62%. Do sličnih rezultata došli su u svojim istraživanjima Maksimović i Dragović, 1993; i Maksimović i sar. (2001) navode da je u uslovima navodnjavanja moguća uspešna proizvodnja soje sorti kratke vegetacije u drugoj i postrnoj setvi. Broj zalivanja i količina dodate vode zavisi od vremenskih uslova i vremena setve soje. Pri tom se ostvaruju prinosi na nivou redovne setve ili veći.

### Korelacije ispitivanih faktora

Ispitivana je međuzavisnost ispitivanih svojstava. Ispitivani parametri: prinos zrna, prinos proteina i prinos ulja, vrlo su usko povezani. Utvrđena je pozitivna visoko signifikantna korelacija prinosa zrna soje i prinosa proteina, kao i između prinosa zrna i prinosa ulja. Pozitivna visoko signifikantna korelacija je utvrđena i između prinosa proteina i prinosa ulja, tab. 3. Stepenn međuzavisnosti između različitih osobina je putokaz koji treba da omogućiti bolje planiranje programa za oplemenjivanje soje.

**Tab. 3.** Koeficijenti korelacije između ispitivanih faktora

*Coefficients of correlations between of investigated traits*

Parametri <i>Parameter</i>	Prinos zrna <i>Grain yield</i>	Prinos proteina <i>Protein yield</i>	Prinos ulja <i>Oil yield</i>
Prinos zrna / <i>Grain yield</i>	-	1,00**	0,95**
Prinos proteina <i>Protein yield</i>	-	-	0,95**

\*\* značajna za 0.1 / significant at 0.1

Pozitivnu korelaciju između prinosa zna i prinosa proteina ustanovili su u svojim istraživanjima Popović i sar., 2013b. Takođe autori navode da u uslovima prirodne obezbeđenosti biljaka vodom prinos soje zavisi pre svega od količine i rasporeda padavina tokom vegetacije. Isti autori navode da su prinosi soje u visoko signifikantnoj pozitivnoj korelaciji sa padavinama i u negativnoj korelaciji sa temperaturama.

U organskom sistemu gajenja u sušnoj godini ostvareni su visoki prinosi soje. Soja se može uspešno gajiti u organskom, ekološkom, sistemu proizvodnje uz pravilnu i pravovremeno primenjenu tehnologiju proizvodnje. U uslovima prirodne obezbeđenosti biljaka vodom prinos soje zavisi pre svega od količine i rasporeda padavina. Abiotički stres kod soje u 2012. godini izazivan je: nedostatkom vode i visokim temperaturama. Efekti nepovoljnih klimatskih faktora, temperatura i njenih ekstrema i deficit padavina, na biljnu proizvodnju mogu se ublažiti izborom tolerantnih sorti, ranijom setvom i pravilnom tehnologijom proizvodnje. Navodnjavanje je agrotehnička mera kojom se značajno povećavaju prinosi u aridnim godinama. U sistemu organske proizvodnje održava se ekološka ravnoteža i umanjuje negativan uticaj poljoprivrede na životnu sredinu.

### Zaključak

- Rezultati su pokazali da je u uslovima navodnjavanja povećana produktivnost soje, u aridnoj godini, u odnosu na prirodni vodni režim jer je soja osetljiva na zemljišnu i vazдушnu sušu, pogotovo u periodu gametogeneze.
- Prosečni prinosi zrna soje u suvom ratarenju iznosili su, 3.560 kg ha<sup>-1</sup>, dok su u navodnjavanju iznosili 4.502 kg ha<sup>-1</sup>. U uslovima navodnjavanja ostvaren je signifikantno viši prinos soje i ostvareno je povećanje prinosa za 26,46%.
- U uslovima navodnjavanja prosečni prinosi proteina u zrnu soje iznosili su 1.821 kg ha<sup>-1</sup> i bili su viši za 384 kg ha<sup>-1</sup> odnosno za 26,72 % u odnosu na kontrolnu varijantu.
- Prosečan prinos ulja soje u uslovima navodnjavanja iznosio je 884 kg ha<sup>-1</sup> i bio je viši za 106 kg ha<sup>-1</sup> odnosno za 13,62 % u odnosu na kontrolnu varijantu.
- Navodnjavanje je poželjna agrotehnička mera u organskoj proizvodnji u sušnoj godini. Značaj ove agrotehničke mere ukazuje na ostvarenje viših prinosa što je važno u praksi da bi se maksimalno ispoljio genetički potencijal rodosti biljaka odnosno ostvarila racionalna i ekonomična proizvodnja.

### Literatura

1. *Bošnjak, Đ.* (1988): Evapotranspiration rate depending on pre-irrigation soil moisture and its relation with soybean yield. ICID, Proc. Vol. 2: 11-15.
2. *Bošnjak, Đ., Pejić, B.* (1994): Water balancing as a functional approach to irrigation scheduling for soybean in the Province of Vojvodina. Proc. 3<sup>rd</sup> ESA Congress, Abano-Padova, 80-82.
3. *Glamočlija, Đ., Janković S., V. Popović, J. Kuzevski, V. Filipović, V. Ugrenović* (2014/15): Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenju. Monografija. IPN Beograd. 1-135.
4. *Dragović, S.* (1993): Uticaj suše u različitim fazama organogeneze (R1-R8) na prinose i kvalitet soje. Korišćenje i održavanje melioracionih sistema, posebno izdanje JDPZ, 131-138.
5. *Ikanović J., Janković S., Popović Vera, Rakić S., Dražić G., Živanović Lj., Kolarić Lj.* (2014). Soybean biomass production under different water regimes conditions. Proceedings, 5<sup>th</sup> International Agronomic Symposium "Agrosym 2014", 23-26.10.2014, Jahorina, 229-236.
6. *Kolaric Lj., Zivanovic Lj., Popović Vera, Ikanović Jela* (2014): Influence of inter-row spacing and cultivar on the yield components of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.]. Agriculture and Forestry, Podgorica, Vol. 60, 2, 2014, ISSN: 0554-5579, www.agricultforest.ac.me.
7. *Maksimović, L., Dragović, S.* (1993): Korišćenje sistema za navodnjavanje gajenjem soje u drugoj i postrnoj setvi. "Korišćenje i održavanje melioracionih sistema", Posebna publikacija, JDON-a i JDPZ, Beograd, 149-154.
8. *Maksimović, L., Dragović, S., Tatić, M.* (2001): Unapređenje proizvodnje soje postrnom setvom u navodnjavanju. Zbornik radova Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Sv. 35, 425-434.



9. *Malešević M., Jaćimović G., Babić M., Latković D.* (2008): Upravljanje proizvodnjom ratarskih kultura. U: Branka Lazić, Jovan Babović: *Organska poljoprivreda*, I, 153-156.
10. *Miladinović, J., Hrustić, Milica, Vidić, M.* (2008): Soja, monografija. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sojaprotein, Bečej. 513.
11. *Popović, V.* (2010): Agrotehnički i agroekološki uticaji na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Zemun, 62-65.
12. *Popović, Vera, Vidić, M., Tatić, M., Zdjelar, G., Glamočlija, Đ., Dozet, G., Kostić, M.,* (2012): Uticaj folijarne ishrane na prinos i kvalitet soje proizvedene u organskoj proizvodnji. Zbornik radova, Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, 61-70.
13. *Popović Vera, Glamočlija Đorđe, Sikora Vladimir, Đekić Vera, Červenski Janko, Simić Divna* (2013a): Genotypic specificity of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.] under conditions of foliar fertilization. Romanian agricultural research. No. 30. 259-270.
14. *Popović Vera, Miladinović J., Malešević M., Marić V., Živanović Lj.* (2013b): Effect of agroecological factors on variations in yield, protein and oil contents in soybean grain. Romanian Agricultural Research, DII 2067-5720 RAR 207No. 30, 241-248.
15. *Popović V., Miladinović J., Vidić M., Sikora V., Maksimović L., Kolarić Lj., Jakšić S.* (2014): Efekat navodnjavanja na prinos i kvalitet soje u organskom sistemu gajenja. Bilten za alternativne biljne vrste, Vol. 46 , No 87, in pres., Novi Sad, 2014.
16. *Vučić N.* (1981): Navodnjavanje i dve žetve godišnje. NIŠRO „Dnevnik“ OOUR „Poljoprivrednik“ Novi Sad 1981.
17. *Vučić, N., Dragović, S., Bošnjak, Đ.* (1981). Zalivni režim soje u klimatskim uslovima Vojvodine. *Vodoprivreda*, 13, 72, str. 311-314.

UDK: 633.34:64.012.5:678.562:632.122

Originalni naučni rad

**DROUGHT - LIMITING FACTOR IN SOYBEAN PRODUCTION;  
THE EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD OF SOYBEAN - GLYCINE MAX**

*V. Popović, J. Miladinović, M. Vidić, S. Vučković, Ž. Dolijanović,  
J. Ikanović, Lj. Živanović, Lj. Kolarić\**

**Summary**

Stress caused by the drought is the most serious limiting factor in soybean production. Abiotic stress in soybeans cause: water deficit and nutrition and high temperature. The effects of adverse climatic factors, temperature extremes and deficit of precipitation on crop production can be reduced by selecting tolerant varieties, early planting and proper production technology.

In the experimental study, the soybean grain yield and protein yield and oil cultivars Galina were examined, in an organic cropping system, the natural water regime and irrigation conditions. Average yields of soybeans ranged from 3,560 kg ha<sup>-1</sup> (natural water regime) up to 4502 kg ha<sup>-1</sup> (irrigation). In irrigated conditions, grain yield and protein yield was significantly higher than in the variant without irrigation. Research shows that the average increase in grain yield (26.46%) and protein yield (26.18%) in the variant with irrigation were achieved. Oil yield was higher in varieties with irrigation compared to natural water regime but the difference was not significant.

Irrigation is desirable effective measure in soybean production in drought years and is a prerequisite for economically profitable soybean production.

**Key words:** soybean, organic cropping system, grain yield, oil and protein yield, drought, irrigation.

---

\* Vera Popović, Ph.D., Jegor Miladinović, Ph.D., M. Vidić, Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, Novi Sad; Savo Vučković, Ph.D., Professor, Željko Dolijanović, Ph.D., Jela Ikanović, Ph.D., Ljubiša Živanović, Ph.D., Ljubiša Kolarić, M.Sc, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun – Belgrade.

E-mail of corresponding author: vera.popovic@nsseme.com

Research presented in the paper was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia; TR 31022, TR 31078.