

MEĐUREDNA KULTIVACIJA – AGROTEHNIČKA MERA ZA POVEĆANJE PRINOSA SOJE

Vojin H. Đukić^{1*}, Zlatica J. Miladinov¹, Gordana K. Dozet²,
Svetlana N. Balešević-Tubić¹, Jegor A. Miladinović¹,
Predrag D. Ranđelović¹ i Marina R. Čeran¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
²Megatrend Univerzitet, Fakultet za biofarming
Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija

Sažetak: U cilju proučavanja uticaja međuredne kultivacije na prinos semena soje postavljen je ogled na parceli Poljoprivredne škole u Bačkoj Topoli u periodu od 2015. do 2017. godine. U ogledu su korišćene sorte soje selekcionisane u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu: Galina, Sava i Rubin. U ogledu su bile zastupljene sledeće varijante međuredne kultivacije: kontrola – bez međuredne kultivacije, jedna, dve i tri međuredne kultivacije useva soje. Prosečni prinos soje se povećao sa povećanjem broja prohoda međurednim kultivatorom u toku vegetacionog perioda soje. Rezultati istraživanja su pokazali da je na varijanti sa jednom međurednom kultivacijom povećanje prinosa iznosilo 5,33%, sa dve međuredne kultivacije 7,10%, a sa tri 7,33%. U godinama sa manjom količinom padavina, značaj međuredne kultivacije bio je mnogo veći. U 2017. godini ostvaren je veći prinos zrna soje za 10,33–13,62% u odnosu na kontrolnu varijantu (bez međuredne kultivacije), a u 2016. godini za 3,09–4,27%. Povećanje prinosa posledica je, između ostalog, smanjene evaporacije zemljišne vlage i sprečavanja poniranja vode u dublje slojeve. Ovo omogućava bolje čuvanje vode u zemljištu u kritičnim periodima tokom letnjih meseci, a takođe i povećava aktivnost mikroorganizama kao i intenzivniju mineralizaciju organske materije, što u krajnoj meri utiče na povećanje prinosa.

Ključne reči: međuredna kultivacija, prinos, soja, sorta.

Uvod

Soja *Glycine max* (L.) Merr., syn *Glycine hispida* (Moench) Maxim. je jednogodišnja samooplodna biljka iz familije *Fabaceae*, potfamilije *Faboidae* (*Papilionoidae*), roda *Glycine* (Takhtajan, 2009). U istraživanjima su pronađeni

* Autor za kontakt: e-mail: vojindjukic@ifvcns.ns.ac.rs

drevni kineski spisi koji pokazuju da je soja gajena i visokovrednovana kao hrana, vekovima pre pisanih podataka. Prvi pisani podaci nalaze se u knjizi „Materia medica” cara Šeng Nunga iz 2838. godine pre nove ere (Morse et al., 1949). Od tada, soja je više puta pomenuta u kasnijim zapisima kao najvažnija gajena biljka iz porodice mahunarki, u celoj jugoistočnoj Aziji, posebno u Kini. Kineski poljoprivrednici je ubrajaju u grupu pet svetih zrna, koja osim soje uključuje i pirinač, pšenicu, proso i ječam (Gutschy, 1950). Na našim prostorima ova biljna vrsta je poznata od 19. veka, a veći značaj u gajenju i preradi dobija tek sedamdesetih godina 20. veka. Usled nedostatka domaćih sorti u ovom periodu uglavnom su se gajile introdukovane sorte sa prostora Sjedinjenih Američkih Država (Hrustić i Miladinović, 2011). Najveći proizvođač soje danas su Sjedinjene Američke Države (oko 40% svetske proizvodnje), što zajedno sa Brazilom i Argentinom čini preko 80% svetske proizvodnje. U grupu najvećih proizvođača ubrajaju se još i Kina i Indija. Najveće površine pod sojom u Evropi su u Rusiji, zatim u Ukrajini, Rumuniji, Italiji i Srbiji.

Poljoprivredna proizvodnja predstavlja „fabriku na otvorenom” pri čemu vremenski uslovi često imaju odlučujući uticaj na visinu prinosa (Kvaternjak, 2008). Pored vremenskih uslova, na visinu prinosa utiče i izbor sorte, kao i primenjene agrotehničke mere. Sve agrotehničke mere moraju biti kvalitetno i pravovremeno obavljene (Đukić et al., 2018). Nijedna naredna agrotehnička mera ne može nadoknaditi propuste nastale pri primeni prethodne agrotehničke mere.

Shodno tome, cilj istraživanja je bio da se utvrdi uticaj međuredne kultivacije na prinos zrna soje.

Materijal i metode

U cilju proučavanja uticaja međuredne kultivacije na prinos semena soje postavljen je ogled na parceli Poljoprivredne škole u Bačkoj Topoli u periodu od 2015. do 2017. godine. U ogledu su korišćene sorte soje selekcionisane u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, različite dužine vegetacionog perioda: Galina – srednjerana sorta (0 grupe zrenja), Sava, srednjestasna sorta (I grupe zrenja) i Rubin, srednjekasna sorta soje (II grupe zrenja).

Ogled je bio postavljen po dizajnu podeljenih parcela, u četiri ponavljanja, gde su velike parcele bile sorte, a potparcele sa četiri varijante: kontrola (bez međuredne kultivacije), jedna, dve i tri međuredne kultivacije useva soje. Veličina osnovne parcele bila je 15 m² (šest redova soje sa međurednim rastojanjem od 50 cm i pet metara dužine).

Predusev u sve četiri godine istraživanja bio je kukuruz, a sa osnovnom obradom nisu unošena u zemljište đubriva. Sa predsetvenom pripremom u zemljište je unet azot (130 kg ha⁻¹ amonijum nitrata sa 33,5% N). Neposredno pre setve seme je inokulisano mikrobiološkim preparatom NS Nitragin, na bazi

azotofiksirajućih bakterija iz roda *Bradyrhizobium*. Međuredna kultivacija vršena je na dubini od 3–5 cm. U sve četiri godine istraživanja primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, setva na dubinu 4–5 cm, primena herbicida za uskolisne i širokolisne korove, po potrebi zaštita od grinja (2015. godine).

U fazi fiziološke zrelosti ubirane su biljke iz četiri srednja reda iz svake osnovne parcelice (prvi i šesti red su bili izolacija). Biljke su pažljivo vezane u snopove i svaki snop je bio obeležen. Ukupno je bilo 48 snopova. Snopovi su preveženi na Odeljenje za soju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo gde su ovršene. Obračunska parcela je bila 10 m². Na osnovu prinosa sa svake parcele (10 m²) obračunat je prinos po jedinici površine (kg ha⁻¹) i sveden na 14% vlage.

Rezultati istraživanja analizirani su primenom trofaktorijalne analize varijanse upotrebom programa „STATISTICA 10”, a značajnost razlike utvrđena je upotrebom LSD testa.

Meteorološki podaci

Srednje temperature za vegetacioni period soje su bile više u sve tri godine ispitivanja u odnosu na višegodišnji prosek. U 2015. godini zabeležene su najviše temperature, za 1,7°C veće u odnosu na višegodišnji prosek. Meseci jul i avgust su u navedenoj godini bili sa višim temperaturama za 3,2°C, odnosno 3,3°C, a u 2017. godini za 2,2°C, odnosno 3,6°C u odnosu na višegodišnji prosek, što je uz nedostatak padavina predstavljalo ključni faktor za ubrzano sazrevanje i smanjeni prinos zrna soje (tabela 1).

Tabela 1. Prosečne mesečne temperature i sume padavina tokom vegetacionog perioda soje.

Table 1. Average monthly temperatures and sums of precipitation during the soybean vegetation period.

Mesec/ Month	Srednje mesečne temperature (°C) Average monthly temperatures (°C)				Padavine (mm) Precipitation (mm)			
	2015	2016	2017	Prosek/Average 1964–2014	2015	2016	2017	Prosek/Average 1964–2014
	IV	12,0	14,2	11,1	11,7	15,9	74,5	58,0
V	18,0	16,9	17,6	17,0	191,7	85,0	82,9	64,6
VI	20,7	21,7	22,9	20,0	26,7	143,2	65,7	87,7
VII	24,9	22,8	23,9	21,7	2,6	68,4	12,0	68,7
VIII	24,5	21,1	24,8	21,2	99,7	45,8	17,4	58,5
IX	18,7	18,5	18,1	16,9	52,6	33,7	82,0	47,7
Prosek/Suma Average/Sum	19,8	19,2	19,4	18,1	389,2	450,6	318,0	374,7

Veća količina padavina tokom vegetacionog perioda soje bila je zabeležena u 2015. i 2016. godini (389,2 mm i 450,6 mm) u odnosu na višegodišnji prosek

(374,7 mm), dok je u 2017. godini zabeležena najmanja količina padavina (318,0 mm), sa veoma izraženim nedostatkom padavina u julu i avgustu. Najpovoljniji raspored padavina konstatovan je u 2016. godini, dok 2015. i 2017. godinu karakteriše nepovoljan raspored padavina, sa većom količinom u početnim fazama razvika soje i izraženim nedostatkom u fenofazama cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna (jun, jul i početak avgusta u 2015. godini i druga polovina juna, jul i avgust u 2017. godini). Ovakvi vremenski uslovi doprinose bujnom porastu nadzemne mase biljaka i razvoju korenovog sistema u površinskom delu zemljišta, a takve biljke izrazito nepovoljno reaguju na nedostatak vode u drugom delu vegetacionog perioda (tabela 1).

Sumirajući podatke o padavinama i temperaturama može se konstatovati da je za rasteenje i razvika soje bila najpovoljnija 2016. godina.

Rezultati i diskusija

Analizom dobijenih rezultata može se uočiti da je prosečan prinos zrna soje u ovom trogodišnjem istraživanju iznosio 2.315,1 kg ha⁻¹. Najveći prinos zrna soje ostvaren je u 2016. godini i to 3.820,2 kg ha⁻¹. Bio je veći za 2.750,9 kg ha⁻¹ u odnosu na 2017. godinu i za 1.764,5 kg ha⁻¹ u odnosu na 2015. godinu. Takođe, u 2015. godini ostvaren je značajno viši prinos nego u 2017. godini kao posledica veće količine padavina tokom avgusta meseca odnosno u fazi nalivanja zrna. Rezultati se slažu sa istraživanjima autora (Doss i Thulow, 1974; Brown et al., 1985; Griffin et al., 1985) koji ističu da je faza nalivanja semena soje najkritičnija i da nedostatak vode u ovom periodu ima najveći uticaj na produktivnost soje.

Nedostatak vode ima veći uticaj na visinu prinosa od genotipa, što je u saglasnosti sa rezultatima Đukić et al. (2009) i Vidić et al. (2009). Kod sorte Rubin dobijen je najveći prinos zrna koji je bio za 5,69% veći u odnosu na sortu Sava i 7,29% u odnosu na sortu Galina. Razlike su statistički značajne. Posmatrano po godinama, sorta Rubin je u sve tri godine ostvarila najviši prinos. Ovo povećanje se kretalo u intervalu od 2,03% do 18,94% u odnosu na sortu Sava i 5,34–8,47% u odnosu na sortu Galina.

Prosečni prinos soje se povećao sa povećanjem broja prohoda međurednim kultivatorom u toku vegetacionog perioda soje. Najviši prinos soje ostvaren je u varijanti sa tri međuredne kultivacije. U odnosu na kontrolnu varijantu prinos je bio veći za 7,33%. Sa jednom međurednom kultivacijom povećanje prinosa je iznosilo 5,33%, a sa dve međuredne kultivacije 7,10% u odnosu na kontrolnu varijantu (bez kultivacije). Povećanje prinosa posledica je, između ostalog, smanjene evapotranspiracije zemljišne vlage i sprečavanja poniranja vode u dublje slojeve. Ovo omogućava bolje čuvanje vode u zemljištu u kritičnim periodima za vodu tokom letnjih meseci, a takođe i povećava aktivnost mikroorganizama kao i intenzivniju mineralizaciju organske materije, što u krajnoj meri utiče na povećanje

prinosa. Osnova povećanja prinosa je u simbiozi između korena i mikroorganizama. Bolja aeracija zemljišta doprinosi povećanju broja formiranih kvržica na korenu soje odnosno povećanju količine azota koji biljci stoji na raspolaganju.

Tabela 2. Uticaj međuredne kultivacije na prinos soje (kg ha^{-1}) u periodu od 2015. do 2017. godine.

Table 2. The influence of inter-row cultivation on the yield of soybean (kg ha^{-1}) in the period from 2015 to 2017.

Godina (A)/ Year (A)	Sorta (B)/ Cultivar (B)	Međuredna kultivacija/ Inter-row cultivation (C)				Prosek (AxB)/ Average (AxB)	Prosek/ Average (A)
		0	1	2	3		
2015	Galina	1.797,0	1.934,0	1.970,0	1.989,0	1.922,5	2.055,7
	Sava	1.957,0	2.108,0	2.165,0	2.172,0	2.100,5	
	Rubin	2.010,0	2.148,0	2.202,0	2.216,0	2.144,0	
	Prosek (AxC)	1.921,3	2.063,3	2.112,3	2.125,7		
2016	Galina	3.588,0	3.742,0	3.789,0	3.796,0	3.728,8	3.820,2
	Sava	3.750,0	3.793,0	3.817,0	3.810,0	3.792,5	
	Rubin	3.787,0	3.945,0	4.010,0	4.015,0	3.939,3	
	Prosek (AxC)	3.708,3	3.826,7	3.872,0	3.873,7		
2017	Galina	968,0	1.088,0	1.133,0	1.126,0	1.078,8	1.069,3
	Sava	868,0	966,0	989,0	990,0	953,3	
	Rubin	1.062,0	1.178,0	1.225,0	1.239,0	1.176,0	
	Prosek (AxC)	966,0	1.077,3	1.115,7	1.118,3	Prosek (B)	
Prosek (BxC)/ Average (BxC)	Galina	2.117,7	2.254,7	2.297,3	2.303,7	2.243,3	
	Sava	2.191,7	2.289,0	2.323,7	2.324,0	2.282,1	
	Rubin	2.286,3	2.423,7	2.479,0	2.490,0	2.419,8	
	Prosek (C)	2.198,6	2.322,5	2.366,7	2.372,6		
Ukupni prosek 2015–2017 Total average (2015–2017)						2.315,1	
LSD	Faktori ispitivanja/Testing factors						
	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1%	65,34	48,27	32,7	83,06	71,52	66,38	115,4
5%	43,13	35,23	24,66	61,17	52,81	49,97	87,01

Takođe, ovo dovodi do povećanja aktivnosti korena gajenih biljaka, a pogoduje i razvoju aerobnih mikroorganizama. Većina ovih mikroorganizama ima sposobnost „izvlačenja” fosfora i kalijuma iz kristalne rešetke minerala u zemljištu i prebacivanja u zemljišni rastvor, što ih čini dostupnim za biljke. U krajnjoj instanci, bolja provetrenost zemljišta, usled međuredne kultivacije, pogoduje i boljoj biološkoj fiksaciji azota. Biološkom fiksacijom obezbeđuje se od 25% do 75% potreba biljaka za ovim elementom (Zapata et al., 1987). Kvržične bakterije u simbiozi sa biljkom domaćinom stvaraju aktivne nodule – kvržice (biološke fabrike azota) na njenom korenu i na taj način fiksiraju do 180 kg ha^{-1} N godišnje iz

vazduha (Milošević i Jarak, 2005). U oraničnom sloju zemljišta, gde je povoljna aeracija i vlaga, formira se veći broj kvržica, dok ih u sloju ispod 30 cm skoro i nema (Graham, 2000). Smanjena biološka fiksacija azota rezultat je akumulacije ureida u kvržicama (Vadez et al., 2000). Akumulacija je rezultat novosintetisanih ureida, ali i postojećih koji usled nedostatka vode nisu mogli da se transportuju (Collier i Tegeder, 2012). Akumulirani ureidi u nodulama zbog kašnjenja u transportu oštećuju biološku fiksaciju azota (Collier i Tegeder, 2012), jer su toksični za azotofiksirajuće bakterije odnosno njihov enzimski aparat (Vadez et al., 2000). Veća koncentracija ureida dovodi do inhibicije nitrogenaze i na taj način otežava snabdevanje biljaka azotom (Ladrera et al., 2007). Nedostatak vode predstavlja jedan od najznačajnijih faktora koji utiče na aktivnost azotofiksirajućih bakterija (Hungria i Vargas, 2000). Međurednom kultivacijom smanjuje se evaporacija i čuva se zemljišna vlaga, što utiče na povećanu aktivnost mikroorganizama odnosno na fiksaciju atmosferskog azota, a što se u krajnjoj liniji odnosi na povećanje prinosa.

U godinama sa deficitom padavina konstatovan je veći efekat međuredne kultivacije. Povećanje prinosa zrna soje se u 2017. godini kretalo u intervalu od 10,33% do 13,62%, a u 2016. godini od 3,09% do 4,27% u odnosu na kontrolnu varijantu (bez kultivacije). Sorte soje su različito reagovala na međurednu kultivaciju. Najveće povećanje prinosa zrna ostvareno je kod sorte Galina na varijantama sa jednom i dve međuredne kultivacije i to 6,08% i 7,82%. Kod ove sorte nije uočena statistički značajna razlika u prinosu zrna između varijanti sa dve i tri međuredne kultivacije. Najveći uticaj na povećanje prinosa primenom tri međuredne kultivacije ostvaren je kod sorte Rubin. Prinos je povećan za 8,18%. Kod sorte Sava konstatovan je najslabiji uticaj različitih varijanti međuredne kultivacije na povećanje prinosa zrna. Prinos je povećan od 4,25% do 5,69%.

Zaključak

Nedostatak vode u fazi nalivanja semena je najviše uticao na prinos zrna soje. Prinos zrna soje više je zavisio od sorte, a manje od agroekoloških uslova odnosno deficita padavina. U godinama sa manjom količinom padavina, efekat međuredne kultivacije na prinos zrna soje bio je veći. Prinos zrna soje se povećavao sa povećanjem broja međurednih kultiviranja. Sa jednom međurednom kultivacijom povećanje prinosa je iznosilo 5,33%, sa dve međuredne kultivacije 7,10%, a sa tri 7,33%. Uticaj međuredne kultivacije na povećanje prinosa je zavisio i od sorte. Najveći prinos zrna soje, u proseku za sve varijante međuredne kultivacije, konstatovan je kod sorte Rubin.

Literatura

- Brown, E., Brown, D., & Caviness, C. (1985). Response of selected soybean cultivars to soil moisture deficit. *Agronomy Journal*, 274-278.
- Collier, R., & Tegeder, M. (2012). Soybean ureide transporters play a critical role in nodule development, function and nitrogen export. *The Plant Journal*, 72, 355-367.
- Doss, B.D., & Thulow, D.L. (1974). Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. *Agronomy Journal*, 65, 620-623.
- Đukić, V., Đorđević, V., Popović, V., Kostić, M., Ilić, A., & Dozet, G. (2009). Uticaj đubrenja na prinos soje. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 46, 17-22.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, G., Cvijanović, M., Marinković, J., Cvijanović, G., & Tatić, M. (2018). Uticaj vremena osnovne obrade zemljišta na masu 1000 zrna soje, *Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik*, Beograd, 24, 93-99.
- Graham, P.H., & Vance, C.P. (2000). Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Research*, 65, 93-106.
- Griffin, J.L., Taylor, R.W., Habetz, R.J., & Regan, R.P. (1985). Response of solid-seeded soybeans to flood irrigation: I. Application timing. *Agronomy Journal*, 77, 551-554.
- Gutschy, Lj. (1950). Soja i njezino značenje u narodnom gospodarstvu, poljoprivredi i prehrani. Tehnička knjiga, Zagreb.
- Hungria, M., & Vargas, M.A.T. (2000). Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research*, 65, 151-164.
- Hrustić, M., & Miladinović, J. (2011). Importance, origin and expansion of soybean. U: Miladinović, J., Hrutić, M., Vidić, M. (eds) Soybean. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad Sojaprotein, Bečej, Serbia, pp11-44.
- Kvaternjak, I., Kisić, I., Birkás, M., Sajko, K., & Simunic, I. (2008). Soil tillage as influenced by climate change. *Cereal Research Communications*, 36, 1203-1206.
- Ladrera, R., Marino, D., Larrainzar, E., Gonzalez, E.M., & Arrese-Igor, C. (2007). Reduced carbon availability to bacteroids and elevated ureides in nodules, but not in shoots, are involved in the nitrogen fixation response to early drought in soybean. *Plant Physiology*, 145, 539-546.
- Milošević, N., & Jarak, M. (2005). Značaj azotofiksacije u snabdevanju biljaka azotom. U Kastori, R. (eds): Azot agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 305-352.
- Morse, W.J., Cartter, J.L., & Williams, L.F. (1949). Soybeans: culture and varieties, U.S. Government Printing Office.
- Takhtajan, A. (2009). Flowering Plants. *Second Edition*. Springer.
- Vadez, V., Sinclair, T., & Serraj, R. (2000). Asparagine and ureide accumulation in nodules and shoots as feedback inhibitors of N₂ fixation in soybean. *Physiologia Plantarum*, 110, 215-223.
- Vidić, M., Hrutić, M., Miladinović, J., Đukić, V., & Đorđević, V. (2009). Sortni ogledi soje u 2008. godini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 46, 261-270.
- Zapata, F., Danso, S.K.A., Hardarson, G., & Fried, M. (1987). Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology. *Agronomy Journal*, 79, 172-176.

Priljeno: 6. jula 2018.
Odobreno: 4. februara 2019.

INTER-ROW CULTIVATION – AN AGRO-TECHNICAL MEASURE FOR
INCREASING SOYBEAN YIELD

**Vojin H. Đukić^{1*}, Zlatica J. Miladinov¹, Gordana K. Dozet²,
Svetlana N. Balešević-Tubić¹, Jegor A. Miladinović¹,
Predrag D. Randelović¹ and Marina R. Čeran¹**

¹Institute of Field and Vegetable Crops
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia
²Megatrend University, Faculty of Biofarming
Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Serbia

A b s t r a c t

In order to examine the influence of inter-row cultivation on the soybean yield, a trial was set up in the Agricultural School in Backa Topola from 2015 to 2017. Three soybean varieties were selected at the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. Galina, Sava and Rubin were used. The trials included the different number of inter-row cultivations: control – without inter-row cultivation, one inter-row cultivation, two and three inter-row cultivations of soybean crops. Obtained results showed that an average yield of soybean increased with an increase in the number of inter-row cultivations during the soybean vegetation period. With one inter-row cultivation, the yield increase was 5.33%, with two inter-row cultivations – 7.10% and with three cultivations – 7.33%. In the years with a lower precipitation, the influence of intra-row cultivation was much more effective. In 2017, the increase ranged from 10.33% to 13.62%, and in 2016 from 3.09% to 4.27%. Yield was increased due to reduced evapotranspiration of soil moisture as well as prevention of descending of water into deeper layers. During summer, this allowed better water conservation in the soil for critical periods, and also increased the activity of microorganisms as well as more intensive mineralization of organic matter, which ultimately influenced the yield.

Key words: soybean, yield, inter-row cultivation, variety.

Received: July 6, 2018
Accepted: February 4, 2019

*Corresponding author: e-mail: vojnin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs