

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/314007364>

UTICAJ ĐUBRENJA NA MASU NODULA I SADRŽAJ AZOTA U NODULAMA SOJE (GLYCINE MAX (L.) MERR)

Article · February 2017

CITATIONS

6

READS

180

8 authors, including:



Vera Popovic

Institute of Field and Vegetable Crops

454 PUBLICATIONS 1,759 CITATIONS

SEE PROFILE



Vladimir Filipovic

Institute of Medicinal Plants Research "Dr. Josif Pancic" Belgrade, ...

154 PUBLICATIONS 439 CITATIONS

SEE PROFILE



Dragan Terzic

Agricultural Faculty

112 PUBLICATIONS 413 CITATIONS

SEE PROFILE



Mladen Tatić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

71 PUBLICATIONS 355 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



FAO Project (2020-2022): Redesigning the exploitation of small grains genetic resources towards increased sustainability of grain-value chain and improved farmers' livelihoods in Serbia and Bulgaria – GRAINEFIT. [View project](#)



Sustainable Agriculture and Rural Development in the Function of Accomplishing Strategic Objectives of the Republic of Serbia in the Danube Region [View project](#)

UTICAJ ĐUBRENJA NA MASU NODULA I SADRŽAJ AZOTA U NODULAMA SOJE (*GLYCINE MAX* (L.) MERR)

P. Stevanović, V. Popović, V. Filipović, D. Terzić,
M. Tatić, V. Rajičić, D. Simić, M. Tabaković*

Izvod: Soja (*Glycine max* (L.) Merr) je jednogodišnja leguminozna biljka. Pripada porodici *Fabaceae*. Soja se u svetu gaji na oko 117 mil. ha i zauzima vodeće mesto među proteinsko-uljanim kulturama. Oglad sa sojom izveden je na pseudogleju. Istraživanja su obavljena sa ciljem da se ispita uticaj đubrenja azotom na masu nodula i sadržaj azota u nodulama soje, na lokalitetu Brezovo Polje u Brčkom, na zemljištu tipa pseudoglej. Primenje su četiri varijante N đubrenja: 1.) 0 kg/ha, kontrola; 2.) 50 kg/ha; 3.) 100 kg/ha i 4.) 150 kg/ha.

Najveća masa nodula bila je u kontrolnoj varijanti dok je u varijanti sa najvećom količinom hraniva bila najmanja masa nodula. Najveći sadržaj azota u nodulama bio je u varijanti sa primenom 50 kg ha⁻¹ i iznosio je 4,93 %, dok je najmanji sadržaj azota u nodulama bio u kontrolnoj varijanti. Pozitivna nesignifikantna korelaciona veza ostvarena je između mase nodula i sadržaja azota u nodulama ($r=0,19$).

Ključne reči: soja, đubrenje, masa nodula, sadržaj azota u nodulama, pseudoglej, korelacije.

Uvod

Soja (*Glycine max* (L.) Merr) je leguminozna biljka, koja zbog povoljnog hemijskog sastava zrna ima stalnu tendenciju rasta površina i proizvodnje u svetu i kod nas. Mesto porekla ove biljne vrste je Kina. Prvi pisani navodi o soji potiču iz 3000. godine p. n. e. Novija istorija soje počinje u 19. veku u Americi odakle započinje širenje po celom svetu i soja zauzima značajno mesto u poljoprivredi. Soja se u svetu gaji na približno 117 mil. ha (Faostat, 2016.) i zauzima vodeće mesto među proteinsko-uljanim kulturama. Najveći svetski proizvođači soje su SAD sa oko 29% ukupnih svetskih površina pod sojom, zatim sledi Brazil sa oko 24% i Argentina sa 17% ukupnih svetskih površina. U Evropi se gaji na oko 450000 ha. Spisak proizvoda koji se dobijaju od soje je velik i pored raznih prehrambenih proizvoda i aditiva, soja je sirovina u industriji guma, boja, lakova, lepila, farmaceutske industriji, i sve popularnija sirovina za biodizel. Proteini soje čine oko 2/3 svetske proizvodnje biljnih proteina dok 1/3 biljnih ulja potiče od soje. Prosečni višegodišnji svetski prinosi soje su oko 2,5 t ha⁻¹. Visoki i stabilni prinosi soje se ostvaruju kada se gaje sorte visokog genetičkog potencijala i drugih agronomskih osobina uz primenu pravilne tehnologije gajenja. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do 2017. godine 136 sorti soje iz 5 grupa zrenja. Sve domaće sorte soje prilagođene su za gajenje na našem podneblju i imaju stabilne i visoke prinose zrna (Popović, 2010, Živanović & Popović, 2016). Neracionalnim korišćenjem zemljišta njegova proizvodna svojstva mogu biti značajno umanjena zbog toga treba da upoznamo svojstva zemljišta posebno na parcelama na kojima se odvija intenzivna

*Dr Petar Stevanović, Inspektorat Republike Srpske, Trg RS 8, Banja Luka, Bosna i Hercegovina; Dr Vera Popović, naučni saradnik, dr Mladen Tatić, viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija; Dr Dragan Terzić, naučni saradnik, Institut za krmno bilje, Globoder, Kruševac, Srbija; Dr Vladimir Filipović, naučni saradnik, Institut za lekovito bilje "dr Josif Pančić" Beograd, Srbija; dr Vera Rajičić, viši naučni saradnik, Centar za strna žita, Kragujevac, Srbija, Prof dr Ljubiša Kolarić, Docent, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun-Beograd, Srbija; dr Divna Simić, naučni saradnik, Institut za PKB Agroekonomik, Beograd, Srbija; dr Marijenka Tabaković, naučni saradnik, Institut za Kyrkypys, Zemun Polje, Srbija.

E-mail prvog autora: nikola.pavle@teol.net

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru projekata TR 31025 i 31022 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

poljoprivredna proizvodnja. Na osnovu dobijenih podataka treba da odredimo neophodne agrotehničke mere koje će nam omogućiti povećanje plodnosti zemljišta i unaprediti poljoprivrednu proizvodnju (Glamočlija i sar., 2015. Popović i sar., 2012, 2013, 2015, 2016a, 2016b). Jedan od uslova za postizanje visokih i stabilnih prinosa je pravilno đubrenje azotom i primena inokulacije semena pre setve soje (Stevanović i sar., 2016a, 2016b).

Agrotehnički značaj soje je u njenom simbioznom odnosu s efektivnim sojevima nitrogenih kvržičnih bakterija *Bradyrhizobium japonicum* koje kroz prirodni proces fiksiraju anorganski azot (N_2) iz vazduha i pretvaraju ga u amonijačni oblik (NH_4^+) pristupačan biljkama u zamenu za ugljenehidrate. Na taj način se smanjuju potrebe useva za mineralnom ishranom azotom i obogaćuje se zemljište za idući usev u plodoredu, što zajedno značajno smanjuje troškove proizvodnje, a samim time i povećava profit. S obzirom da se biološki vezani azot ne ispira iz zemljišta, nema ni ispiranja nitrata u podzemne vode i eutrofikacije. Sama simbiozna zajednica menja mikrobiološku sliku zemljišta što pozitivno utiče na biogenost, a time i na kvalitet zemljišta i na prinose (Sudarić, 2007). Primenom predsetvene bakterizacije semena soje Nitragin-om maksimalno se koristi prirodni proces simbiozne fiksacije azota u gajenju soje. Formiranje kvržica i fiksacija azota veoma su složeni procesi osetljivi prema središnjim uslovima koji utiču na biljke, bakterije i njihove interakcije (Hungria i Stacey, 1997, Hungria et al., 2005, Stevanović i sar., 2016a). U simbiozi sa sojom živi i formira kvržice *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkani* i *Sinorhizobium fredii* (Martinez Romero and Caballero-Mellado, 1996). Kvržične bakterije u simbiozi sa biljkom domaćinom stvaraju aktivne nodule-kvržice (biološke fabrike azota) na njenom korenu i na taj način fiksiraju do $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ godišnje iz vazduha (Milošević i Jarak, 2005). Sojevi *Rizobium* su mezofilni mikroorganizmi, a optimalna temperatura za rast i razmnožavanje rizobiuma je oko 25°C , i ne rastu ispod 10°C ili iznad 37°C (Rice et al., 1995). Optimalna vlažnost za obrazovanje kvržica je 60–70 % od punog vodnog kapaciteta zemljišta. 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). Reakcija zemljišta je među najvažnijim ekološkim činiocima koji utiču na zastupljenost i efektivnost sojeva *Rhizobium*. Zastupljenost ovih mikroorganizama je veoma mala u kiselim zemljištima ($\text{pH} < 5,5$) te se kao rezultat javlja izostanak nodulacije i značajno smanjenje prinosa suve materije (Jarak i sar., 1999, Stevanović i sar., 2016a). Zbog velike osetljivosti kvržičnih bakterija na pH vrednosti, fiksacija azota ne dolazi do izražaja (Milić i sar., 2001). Smanjenjem kiselosti povećava se mikrobiološka aktivnost u zemljištu tipa pseudogleje (Jarak i sar., 2003).

Nodulacija (nodulacioni index) se ocenjuje na osnovu broja kvržica (nodula) po biljci: ako je broj kvržica u rasponu od 0–5, nodulacija je slaba; ako ima 6–10 kvržica, nodulacija je srednja; sa 11–15 kvržica, nodulacija je dobra; sa 16–20 kvržica, nodulacija je vrlo dobra i sa preko 20 kvržica – nodulacija je odlična ([http:// vasatwiki.icrisat.org](http://vasatwiki.icrisat.org)). Kvalitet mikrobiološkog đubriva odnosno uspešnost inokulacije, može se kontrolisati šest nedelja posle klijanja semena preko brojnosti (po biljci) i morfoloških karakteristika nodula odnosno indexa nodulacije. Nodulacija korena leguminoza je pokazatelj uspešnosti simbioze između biljke i *Rhizobium/Bradyrhizobium*. Pri preseku nodule/kvržice uočava se u centralnom delu crveno polje (leghemoglobin) koje pokazuje da je simbioza uspešna, odnosno da postoji azotofiksaciona aktivnost. Kada se završi fiksacija azota bakteroidi se liziraju i tkivo kvržice je mrke boje (Milošević i Jarak, 2005, Stevanović i sar., 2016a). Potencijal za simbioznu nitrofikaciju se procenjuje na osnovu pokazatelja simbiozne nitrofikacije, a to su: broj kvržica, masa kvržica, masa nadzemnog dela biljke, sadržaj azota u nadzemnom delu biljke i kvržicama (Milić i sar., 2002).

Cilj ovog rada je ispitivanje uticaja đubrenja azotom, na masu nodula i sadržaj azota u nodulama soje. Na osnovu rezultata daće se preporuke za savremenu tehnologiju proizvodnje soje.

Materijal i metod rada

Istraživanja su obavljena sa ciljem da se ispita uticaja đubrenja azotom na morfološku karakteristiku nodula, na masu nodula soje i na sadržaj azota u nodulama soje, na lokalitetu Brezovo Polje u Brčkom, na zemljištu pseudogleju. Površina osnovne parcele iznosila je 10,8

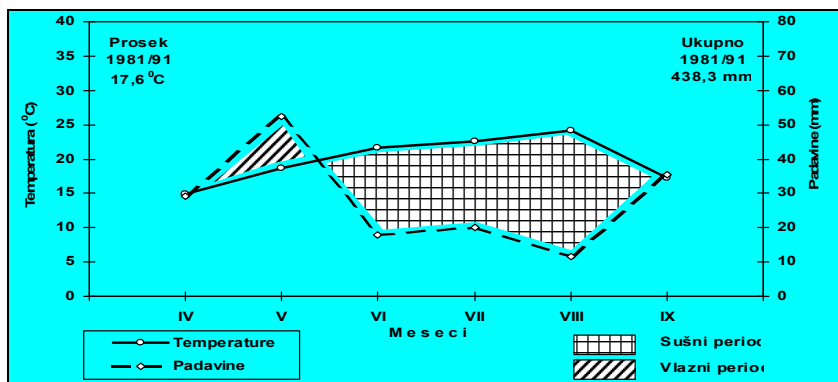
m² (6,0m x 1,8m). a površina obračunske parcelice 5,4 m². Ispitivana je sorta Bačka (0 grupa zrenja), stvorena u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Faktor je bio đubrenje, primenije su četiri varijante azotne prihrane: 0 kg/ha - kontrola; 50 kg/ha N; 100 kg/ha azota i 150 kg/ha azota. Gustina useva bila je ista za sve varijante i iznosila je 500.000 biljaka po hektaru. Ogljed je postavljen kao jednofaktorijski, metodom razdeljenih parcela (split-plot) u četiri ponavljanja. Tokom izvođenja ogljeda primenjena je standardna agrotehnika za proizvodnju soje, izuzimajući proučavane faktore. Predusev soji bio je kukuruz. Duboko oranje (25 cm) je obavljeno u jesen neposredno posle berbe kukuruza. Predsetvena priprema zemljišta obavljena je u proleće setvospremačem. Setva je obavljena početkom aprila meseca. Neposredno pred setvu unet je KAN prema predviđenom planu đubrenja. Seme je neposredno pred setvu inokulisano mikrobiološkim preparatom Nitragin-om. U toku vegetacionog perioda u dva navrata je izvedeno ručno plevljenje korova i okopavanje. Počev od momenta obrazovanja kvržica, u intervalu od 15 dana, uzimani su uzorci od po 10 biljaka sa svakog ponavljanja, na kojima su utvrđivani masa kvržica kao i sadržaj azota u njima. Laboratorijske analize sadržaja azota u kvržicama soje urađene su po metodi Kjeldahl. Žetva je obavljena ručno u tehnološkoj zrelosti biljaka.

Dobijeni rezultati su obrađeni pomoću analize varijanse a ocena dobijenih razlika LSD testom. U radu je izvršena i ocena korelacionih veza između ispitivanih parametara. Rezultati su prikazani pomoću tabela i grafikona.

Meteorološki uslovi

Meteorološki podaci dobijeni su iz Meteorološke stanice, Brčko, Bosna i Hercegovina, graf 1. Na području Republike Srbije, u uslovima semiaridne klime, u većini proizvodnih godina nedostatak padavina predstavlja ograničavajući faktor u biljnoj proizvodnji na otvorenom polju (Popović, 1976; Popović, 2010; 2015). Pored meteoroloških uslova i zemljište je važan uslov za uspešnu proizvodnju.

Ogljed je izveden na pseudogleju. Zemljište je bilo jako kisele reakcije, slabo humusno, slabo karbonatno, srednje obezbeđeno sa P₂O₅ i dobro obezbeđeno sa K₂O. U ispitivanoj godini su zabeležene temperature od 19,7°C i bile su više od višegodišnjeg proseka za 2,1 °C dok je količina padavina u toku vegetacionog perioda iznosila 166 mm i bila je manja od potreba soje za 284 mm (graf. 1). Uslovi nisu bili povoljni za proizvodnju soje. Biljke nisu imale dovoljno vlage u kritičnim fazama razvoja biljaka.



Grafikon. 1. Klimadijagram po Walter-u, Brčko, B & H

Graph. 1. Walter diagram, Brčko, B & H

Pored količine padavina od presudnog značaja za uspeh proizvodnje soje je i njihov raspored tokom vegetacionog perioda (IV – VIII meseca). *Izuzetno je važno da biljke soje u kritičnim periodima vegetacije ne budu izložene suši.* Najveće potrebe soje za vlagom su u fazi cvetanja, kada suša može značajno da smanji prinos. Optimalna relativna vlažnost vazduha u fazi od cvetanja do formiranja mahuna i semena je 70-80%. Potrebe za vodom ukupno su

450-480 mm, dnevne potrebe 1-5mm, a u pojedinim mesecima su: u aprilu 10-40 mm; u maju 30-60 mm; u junu 90-110 mm; u julu 100-125 mm; u avgustu 100-125 mm; u septembru 50-80 mm (Popović, 2010; Glamočlija i sar., 2015, Popović i sar., 2015, Živanović & Popović, 2016). Padavine među meteorološkim faktorima imaju dominantan uticaj u proizvodnji soje.

Rezultati istraživanja i diskusija

Masa nodula soje

Masa nodula/kvržica i broj nodula predstavljaju indikatore efikasnosti fiksacije azota (Gwata i sar., 2004, Stevanović i sar, 2016a). Prosečan broj kvržica po biljci soje kreće se i do nekoliko stotina (Jug i sar. 2005), a u zavisi od sadržaja vode u zemljištu, pH zemljišta, temperature, mineralne prihrane azotom, saliniteta, ali i od sorte i soja *B. japonicum* (Singleton i Bohlool, 1984.; Redžepović i sar., 1991). Primenom predsetvene bakterizacije semena soje Nitragin-om maksimalno se koristi prirodni proces simbiozne fiksacije azota u gajenju soje i na taj način se obezbeđuje ekološki prihvatljiva i ekonomski opravdana proizvodnja (Stevanović i sar., 2016a).

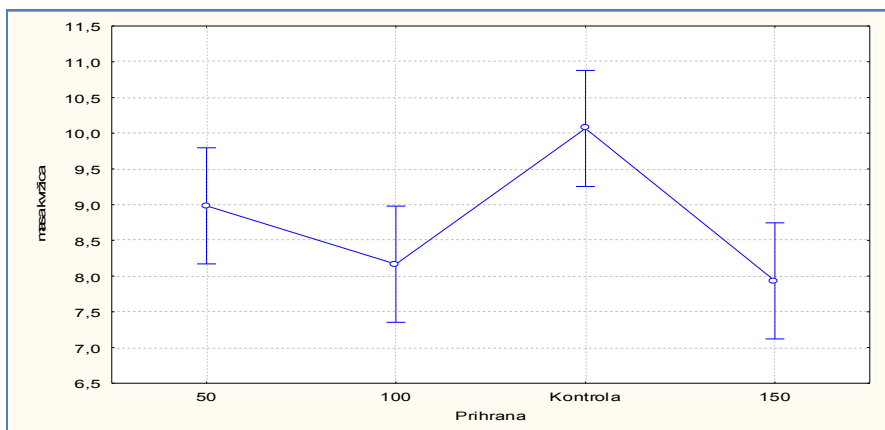
Pokazatelj nodulacijske sposobnosti fiksacije azota je masa kvržica po biljci. Razlike u vrednostima mase nodula između varijanti đubrenja bile su statistički značajne. Ispitivani parametar na pseudogleju iznosio je u kontrolnoj varijanti, 10,07 mg/nodula i opadao je sa primenom većih doza azota. Masa nodula u kontrolnoj varijanti bila je statistički značajno veća u odnosu na varijante sa primenom đubriva od 100 kg ha⁻¹ i 150 kg ha⁻¹ N. Primena mineralnog đubriva značajno je uticala na smanjenje mase nodula na korenu soje u poređenju sa kontrolom.

Tab. 1. Uticaj đubrenja azotom na ispitivane parametre soje
Effect of nitrogen fertilization on the examined parameters of soybean

Parametar <i>Parameter</i>	Prihrana / <i>Nutrition</i>					Std. Err.	Std. Dev.
	Kontrola <i>Control</i>	50	100	150	Prosek <i>Average</i>		
Masa nodula soje <i>Mass of soybean nodules, mg/nodul</i>	10,07	8,98	8,16	7,93	8,78	0,29	1,01
Sadržaj azota u nodulama soje, % <i>Nitrogen content soybean, %</i>	4,50	4,93	4,66	4,77	4,72	0,11	0,42

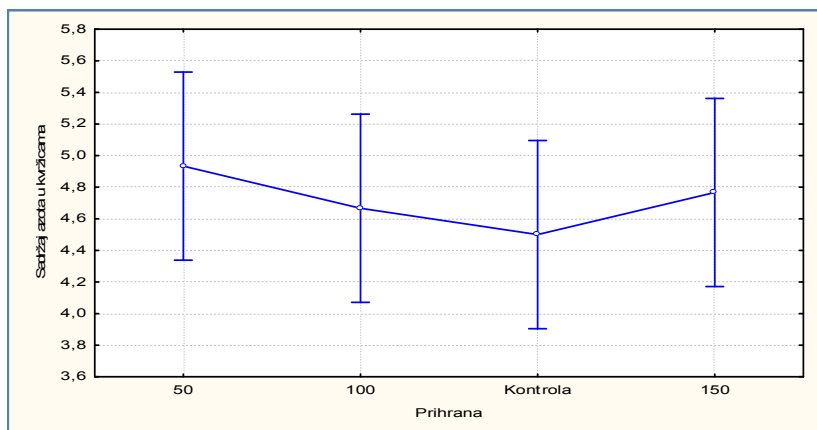
Parametar <i>Parameter</i>		Masa kvržica soje <i>Mass of soybean nodules</i>	Sadržaj azota u kvržicama soje <i>Nitrogen content of soybean</i>
LSD	0,5	1,15	0,84
	0,1	1,67	1,22

Najveća masa nodula bila je u kontrolnoj varijanti a najmanja u varijanti sa 150 kg ha⁻¹ N. Između kontrolne varijante i varijante sa primenom 50 kg ha⁻¹ nije ostvarena statistički značajna razlika, tabela 1, graf. 2.



Grafikon 2. Uticaj đubrenja azotom na masu kvrčica soje
Graph 2. Effect of nitrogen fertilizer on soybean nodule mass

Sadržaj azota u nodulama soje razlikovao se između varijanti azotne prihrane. Ispitivani parametar iznosio je u kontrolnoj 4,50% i rastao je sa povećanom dozom hraniva. Najveći sadržaj azota u nodulama bio je u varijanti sa primenom 50 kg ha⁻¹ N, i iznosio je 4,93 %, dok je najmanji sadržaj azota u nodulama bio u kontrolnoj varijanti. Između ispitivanih varijanti nije ostvarena statistički značajna razlika, tabela 1, graf. 3.



Grafikon 3. Uticaj đubrenja azotom na sadržaj azota u kvrčicama na korenu soje
Graph 3. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen content in nodules on the roots of soybean

Stevanović i sar. 2016a. navode da je uspešna nodulacija zavisila od više abiotskih i biotskih interakcija u zemljištu. Uslovi uspevanja, količina i raspored padavina i tip zemljišta imali su veliki uticaj na nodulaciju. Autori navode da se broj kvrčica soje, u obe ispitivane godine i na oba lokaliteta gajenja, ravnomerno smanjivao sa povećanjem količine upotrebljenih azotnih hraniva. Azotna hraniva dovela su do smanjenja brojnosti i aktivnosti simbioznih azotofiksatora. Azot je inhibirao pripajanje i ulazak soja *Rizobium* u korenovu dlačicu.

Korelacije ispitivanih parametara

Rezultati istraživanja pokazuju da između mase nodula i sadržaja azota u nodulama ostvarena je pozitivna nesigifikantna korelaciona veza ($r=0,19$), tabela 2.

Tab. 2. Korelacije ispitivanih osobina
Correlations investigated traits

Parametar <i>Parameter</i>	Masa kvržica soje <i>Soybean nodule mass</i>	Sadržaj azota u kvržicama <i>Nitrogen content in nodules</i>
Masa kvržica soje <i>Soybean nodule mass</i>	1,00	0,19
Sadržaj azota u kvržicama <i>Nitrogen content in nodules</i>	0,19	1,00

Milošević i sar. 2005. u svojim istraživanjima navode da primena inokulacije (NS Nitragin-om) uglavnom stimuliše nodulaciju korena soje, naročito u varijantama gde nije primenjeno azotno mineralno đubrivo. Zaoravanje žetvenih ostataka (kukuruzovina) pozitivno utiče na broj kvržica.

Iako su kvržične bakterije sposobne da prežive 3–5 godina, a u pojedinim zemljištima i do 13 godina (Brunel et al., 1988, cit. po Milošević et al., 1994), istraživanja su pokazala da primena mikrobnih preparata/inokulata za leguminoze neposredno pre setve utiče pozitivno na broj nodula/kvržica (biofabrika azota), povećanje rasta i prinos biljke, uštede mineralnog azotnog đubriva, kvalitet zrna i biološku aktivnost zemljišta (Milošević i Jarak, 2005). Rizobiumi deluju i stimulatивно na rast i razviće biljaka produkcijom biološki aktivnih materija (vitamina, giberelina i auksina) (Milošević i Jarak, 2005). Autori navode da se primenom biofertilizatora u proizvodnji leguminoza zadovoljavaju se osnove u sistemu održive poljoprivrede: stabilnost i kvalitet prinosa, očuvanje ekološke ravnoteže uz održavanje biološke aktivnosti zemljišta, što se reflektuje na zdravlje/kvalitet zemljišta. Njihovom primenom smanjuje se upotreba skupih azotnih đubriva, zatim utiče se na dinamiku i pravac mikrobioloških procesa koji posredno utiču na održavanje i povećanje plodnosti zemljišta.

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja uticaja azotnih hraniva na ispitivane parametre soje mogu se doneti sledeći zaključci:

- Najveća masa nodula bila je u kontrolnoj varijanti a najmanja u varijanti sa 150 kg ha⁻¹ N.
- Između kontrolne varijante i varijante sa primenom 50 kg ha⁻¹ nije ostvarena statistički značajna razlika u masi nodula.
- Najveći sadržaj azota u nodulama bio je u varijanti sa primenom 50 kg ha⁻¹, i iznosio je 4,93 %, dok je najmanji sadržaj azota u nodulama bio u kontrolnoj varijanti.
- Pozitivna nesigntifikantna korelaciona veza ostvarena je između mase nodula i sadržaja azota u nodulama (r=0,19).

Literatura

1. *Glamočlija, Dj., Janković, S., Popović, V., Filipović, V., Kuzevski, J., Ugrenović, V.* (2015). Alternativne ratarske vrste u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, IPN-Beograd, Srbija. 1-355; 150-157.
2. *Graham, P.H.* (2000): Nodule formation in legumes. In: J.Edelberg (ed.) Encyclopedia of microbiology., 2ed., vol.3., 407 – 417, Academic Press. San Diego.
3. *Gwata, E.T., Woffordds Pfahler, P.L., Boote, K.J.* (2004.): Genetics of Promiscuous Nodulation in Soybean: Nodule Dry Weight and Leaf Color Score. Journal of Heredity: 95(2):154–157.
4. *Milić V., Mrkovački, N.B., Hrustić, M.* (2002.): Odnos potencijala za azotofiksaciju i prinosa soje. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi sad, 36, 133-136.
5. *Milošević, N., Milić, V., Govedarica, M., Hadžić, V.* (1994): Tehnologija proizvodnje nitragina: kvržične bakterije kao zahtev u proizvodnji soje. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 22, 269-279.
6. *Milošević, N., Jarak, M.* (2005): Značaj azotofiksacije u snabdevanju biljaka azotom. U azot agrohemijjski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti (Ur. R. Kastori), Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 305–352.
7. *Milošević, N., Marinković, J.* (2009): Rizobiumi – biođubriva u proizvodnji leguminoza. Zbornik radova, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Sveska 46, 44-54.
8. <http://vasatwiki.icrisat.org>: Biological nitrogen fixation, Extension Agronomist, A&M University, Texas.
9. <http://fao.org> 2016.
10. *Hungria, M., Stacey, G.* (1997): Molecular signals exchanged between host plants and rhizobia: basic aspects and potential application in agriculture. Soil Biology and Biochemistry 29: 819–830. 6.
11. *Hungria, M., Loureiro, M.F., Mendes, I.C., Campo, R.J., Graham, P.H.* (2005): Inoculant preparation, production and application. In: Werner D, Newton WE (eds) Nitrogen fixation in agriculture forestry, ecology and the environment. Series: nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment. Springer, Berlin Heidelberg New York: 223–253.
12. *Jarak, M., Govedarica, M., Milošević, N., Đurić, S., Petrov, S.* (1999): Uticaj teških metala na kvržične bakterije lucerke. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 32, 247-252.
13. *Jarak, M., Đukić, D., Govedarica, M., Milošević, N., Jeličić, Z., Đurić, S.* (2003): Production of lucerne affected by bacterization and liming. Optimal forage Systems for Animal production and the Environment. Grass land science in Europe, 8, 641 – 644.
14. *Jug, D., Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, I., Stipešević, B.* (2005.): Utjecaj različitih varijanata obrade tla na nodulaciju i prinos soje. Poljoprivreda 11 (2): 38-43.
15. *Martinez-Romero, E., CaballeroMellado, J.* (1996): Rhizobium phylogenies and bacterial genetic diversity. Critical Rev. Plant Science, 15, 113-140.
16. *Milić V., Jarak M., Mrkovački N.* (2001): Mikrobiološka đubriva u proizvodnji pasulja, graška i lucerke. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 35, 75-81.
17. *Milošević, N., Jarak, M.* (2005): Značaj azotofiksacije u snabdevanju biljaka azotom. U. Azot agrohemijjski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti (Ur. R. Kastori), Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 305–352.
18. *Popović, V.* (2010): Agrotehnički i agroekološki uticaji na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun, 55-66.
19. *Popović, V.* (2015): Pojam, podela i značaj bioloških resursa u poljoprivredi. U: Dražić G. Eds. Očuvanje i unapređenje bioloških resursa u službi ekoremedijacije. Beograd. 1-407. ISBN 978-86-86859-41-9; 29-51.
20. *Popović, V., Tatić, M., Đekić, V., Kostić, M., Ilić, A.* (2012): Istraživanje produktivnosti i kvaliteta novostvorenih NS sorti i linija soje (*Glycine max* (L.) Merr.) u području Pančeva, Bilten za alternativne biljne vrste, 2012, 44, 85, 21-27.

21. Popović, V., Glamočlija, Đ., Sikora, V., Đekić, Vera, Červenski, J., Simić, D. (2013): Genotypic specificity of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] under conditions of foliar fertilization. Romanian Agricultural Research, Romania. No. 30. 259-270.
22. Popović, V., Miladinović, J., Vidić, M., Vučkovi S., Dolijanović Ž., Ikanović, J., Živanovic, Lj., Kolarić, Lj. (2015): Suša limitirajući faktor u proizvodnji soje. Efekat navodnjavanja na prinos i kvalitet soje [*Glycine max* (L.) Merr.]. / Drought – Limiting factors in soybean production. The effect of irrigation on yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Zbornik radova, XXIX Savetovanje agronoma, veterinarara i tehnologa, Institut PKB Agroekonomik, Beograd, 25-26.02.2015., 11-21.
23. Popović, V., Vidić, M., Vučković, S., Dolijanović, Ž., Đukić, V., Čobanović, L., Veselić, J. (2016a). Potencijal rodnosti NS sorti soje - *Glycine max* u proizvodnom rejonu Srbije. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Beograd, Vol. 22. br. 1-2, 19-30.
24. Popovic, V., Tatic, M., Sikora, V., Ikanovic, J., Drazic, G., Djukic, V., Mihailovic, B., Filipovic, V., Dozet, G., Jovanovic, Lj., Stevanovic, P. (2016b): Variability of yield and chemical composition in soybean genotypes grown under different agroecological conditions of Serbia. Romanian Agricultural Research, No. 33, 29-39.
25. Popović, Ž. (1976): Fiziologija bilja. Naučna knjiga, Beograd, 206-216.
26. Redžepović, S., Sikora, S., Sertić, Đ., Manitašević, J., Šoškić, M., Klaić, Ž. (1991.): Utjecaj fungicida i gnojidbe mineralnim dušikom na bakterizaciju i prinos soje. Znanost i praksa u poljoprivrednoj tehnologiji 21: 43-49. 13.
27. Rice WA, Ollsen EP, Collins MM (1995): Symbiotic effectiveness of *R. melioli* at low root temperature. Plant at soil. 170; 351-358.
28. Singleton, P.W., Bohlool, B.B. (1984.): Effect of Salinity on Nodule Formation by Soybean. Plant Physiology 74. 72-76.
29. Stevanović, P. (2002): Uticaj đubrenja azotom i inokulacije semena na prinos i kvalitet soje na černozeu i pseudogleju. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
30. Stevanović, P., Popović, V., Glamočlija, Đ., Tatić M., Spalević, V., Jovović, Z., Simić, D., Maksimović, L. (2016a): Uticaj azotnih hraniva na nodulaciju soje (*Glycine max*) na černozeu i pseudogleju. XXX Savetovanja agronoma, veterinarara, tehnologa i agroekonomista. Padinska Skela. Beograd. Vol. 22. 1-2, 67-76.
31. Stevanović, P., Popović, V., Ikanović, J., Sikora, V., Filipović, V., Ugrenović, V., Kolarić, Lj., Tabaković, M. (2016): Efekat lokaliteta, azotnih hraniva i inokulacije semena biofertilizatorom NS Nitragin-om na produktivnost komponente prinosa soje (*Glycine max*). / Effect of localities, nitrogen fertilization and seed inoculation NS Nitragin biofertilizer the productivity of yield components of soybean (*Glycine max*). Radovi sa XXX Savetovanja agronoma, veterinarara, tehnologa i agroekonomista. Beograd. Vol. 22. br. 1-2, 85-97.
32. Sudarić, A. (2007.): Tehnologija proizvodnje soje. Poljoprivredni institut Osijek. Osijek.
33. Živanović Lj. & Popović V. (2016): Proizvodnja soje (*Glycine max*) u svetu i kod nas. Zbornik radova XXI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 11-12. Mart 2016., Čačak, vol. 21 (23), 129-135.

UDC: 633.34:631.454;546.17
Original scientific paper

INFLUENCE OF FERTILIZATION AT THE NITROGEN CONTENT AND MASS OF THE NODULE OF SOYBEAN (*GLICYNE MAX* (L.) MERR)

P. Stevanović, V. Popović, V. Filipović, D. Terzić,
M. Tatić, V. Rajičić, D. Simić, M. Tabaković *

Summary

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr) is an annual legume plant. It belongs to the family *Fabaceae*. Soybeans are grown in the world at around 117 million ha and occupies a leading position among the protein-oil crops. The experiment was carried out with soybean on pseudogley. The trial was conducted in order to investigate the effect of nitrogen fertilization on the mass of nodules and nitrogen content in soybean nodules at the site of Brezovo Polje in Brčko, on pseudogley. Applied four variants nitrogen fertilization: 1) 0 kg ha⁻¹, control; 2) 50 kg ha⁻¹; 3) 100 kg ha⁻¹, and 4) 150 kg ha⁻¹.

Maximum mass of nodules was in control variant and the variant with the highest amount of nutrients the minimum weight of nodules. The highest content of nitrogen in nodules was in the variant with the application of 50 kg ha⁻¹ and amounted to 4.93%, while the lowest content of nitrogen in nodules was in control variant. Positive non-significant correlation was achieved between the weight of nodules and nitrogen content in nodules ($r = 0.19$).

Key words: soybean, fertilization, mass nodules, nitrogen content in soybean nodules, pseudogley, correlation.

*Petar Stevanovic, Ph.D., Inspection Affairs Administration of Republic Srpska, Square 8, 78000 Banja Luka, Bosnia-Herzegovina; Vera Popović, PhD, Research Associate, Mladen Tatić, Ph.D., Senior Research Associate, Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Serbia; Vladimir Filipović, Ph.D., Research Associate, Institute for Medicinal plant "dr Josif Pančić" Belgrade, Serbia; Dragan Terzić, Ph.D., Research Associate, Institute of Forage crops, Kruševac, Serbia; Vera Rajičić, Ph.D., Senior Research Associate, Center of Small grain, Kragujevac, Serbia; Ljubiša Kolarić, Ph.D., Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun-Belgrade, Serbia; Divna Simić, Ph.D., Research Associate, Institute PKB Agroekonomik, Belgrade, Serbia. dr Marijenka Tabaković, Research Associate, Maize Research Institute, Zemun Polje, Serbia.

E-mail first author: nikola.pavle@teol.net;

The paper is the result of research within the projects TR 31025 and TR 31022 financed by the Ministry of Education, Science, and Technological Development of the Republic of Serbia.