



Uticaj primene NS-Nitragina na prinos i komponente prinosa kod soje

Jelena Marinković · Nastasija Mrkovački · Radivoje Aćimović · Vuk Đorđević

primljeno / received: 19.04.2010. prihvaćeno / accepted: 24.05.2010.
© 2010 IFVC

Izvod: U poljoprivrednim zemljištima Srbije brojnost simbiotskih bakterija soje je mala, a primena bakterioloških preparata uvedena je kao redovna mera pri gajenju soje. Ogled je postavljen na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na zemljištu tipa černozem po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja. U eksperimentu su primenjena mineralna azotna đubriva u količinama 0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ i 90 kg ha⁻¹. Ogled je postavljen u dve varijante: sa inokulacijom i bez inokulacije. Uticaj inokulacije i mineralnih azotnih đubriva na prinos i parametre prinosa određen je preko broja mahuna, broja zrna, mase 1000 zrna i sadržaja proteina i ulja u zrnu. Statistički značajno veći broj mahuna na inokulisanoj varijanti u odnosu na neinokulisanu zabeležen je uz primenu 30 kg N ha⁻¹. Inokulacija NS-Nitraginom pozitivno je uticala na povećanje broja zrna po biljci. Na varijanti bez primene mineralnog azota i uz primenu 30 kg N ha⁻¹ i 60 kg N ha⁻¹ masa 1000 zrna kod inokulisanih biljaka bila je statistički veća u odnosu na masu zrna kod neinokulisanih biljaka. Inokulacijom je ostvarena statistički značajna razlika u prinosu samo na varijanti gde nije primenjen mineralni azot. Inokulacija i primenjene doze mineralnog azota nisu značajno uticali na sadržaj proteina u zrnu soje.

Cljučne reči: azotofiksacija, mineralni azot, NS-Nitragin, soja

Uvod

Azot, kao osnovni biogeni element, gradivna je komponenta mnogih jedinjenja kao što su strukturni i katalitički proteini, nukleinske kiseline, jedinjenja koja učestvuju u prenosu energije u ćelijama i utiču na procese fotosinteze, disanja (Maksimović & Petrović 2008). Nedostatak azota u zemljištu utiče na rast i razvoj biljaka, kao i na smanjenje prinosa gajenih biljaka (Zhou et al. 2006). U cilju povećanja prinosa sve više se primenjuju skupa mineralna azotna đubriva. Međutim, zbog svoje mobilnosti ona se lako ispiraju u dublje slojeve zemljišta i podzemne vode zagađujući životnu sredinu, dok biljke često ne iskoriste veći deo unetog mineralnog azota.

U obezbeđivanju leguminoznih biljaka azotom značajnu ulogu ima simbiotska azotofiksacija, koja se ostvaruje u zajednici leguminoza sa zemljišnim bakterijama iz familije *Rhizobiaceae* (Mrkovački 2008, Albareda et al. 2009).

Inokulacija semena leguminoznih biljaka je dobro proučena, a eksploatacija ove korisne simbiotske zajednice predstavlja obeležje uspešno primenjene poljoprivredne mikrobiologije (Alves et al. 2003).

Zbog izuzetnog hemijskog sastava zrna koje sadrži oko 40% proteina i oko 20% ulja, soja (*Glycine max* (L.) Merr.) je jedna od najznačajnijih gajenih leguminoznih biljaka u svetu i kod nas. Sa korenom soje simbiotsku zajednicu mogu da formiraju bakterije iz rodova *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium* i *Sinorhizobium* (van Berkum & Eardly 1998).

Većina zemljišta u Evropi ne poseduje prirodne populacije simbiotskih bakterija soje, te se one moraju unositi u zemljište inokulacijom (Catroux et al. 2001, Albareda et al. 2009). Takođe je mala brojnost bakterija iz roda *Bradyrhizobium* u našim poljoprivrednim zemljištima, a primena bakterioloških preparata koji sadrže selekcionisane, visokoefektivne sojeve, uvedena je kao redovna mera pri gajenju soje (Milošević & Jarak 2005).

Cilj rada je bio da se ispita uticaj inokulacije soje NS-Nitraginom na prinos i parametre prinosa.

Materijal i metod rada

Ogled je postavljen u Bačkom Petrovcu, na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada, na zemljištu tipa černozem po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja.

J. Marinković (✉) · N. Mrkovački · V. Đorđević
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: jelena.marinkovic@ifvns.ns.ac.rs

R. Aćimović
Galenika-Fitofarmacija a.d., Batajnicki drum bb, 11080 Beograd
-Zemun

U eksperimentu je korišćena sorta soje Proteinka I grupe zrenja, stvorena u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. Setva je obavljena u optimalnom roku, a na oglednim parcelama primenjena su mineralna azotna đubriva u količinama: (1) 0 kg N ha⁻¹, (2) 30 kg N ha⁻¹, (3) 60 kg N ha⁻¹ i (4) 90 kg N ha⁻¹.

Ogled je postavljen u dve varijante: (1) varijanta sa inokulacijom i (2) varijanta bez inokulacije. Na varijanti sa inokulacijom, neposredno pre setve, seme soje inokulisano je mikrobiološkim preparatom NS-Nitrugin za soju (proizvod Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu). NS-Nitrugin sadrži smešu sojeva simbiotskih bakterija soje *Bradyrhizobium japonicum*.

U fazi tehnološke zrelosti soje uzeti su uzorci biljaka, po 5 biljaka sa svakog ponavljanja određenog tretmana. Uticaj inokulacije i primenjenih azotnih đubriva na parametre prinosa određen je preko broja mahuna po biljci, broja zrna po biljci, mase 1000 zrna. Nakon žetve soje određen je prosečan prinos zrna po varijantama, kao i sadržaj proteina i ulja u zrnu. Masa suve materije zrna utvrđena je posle sušenja do konstantne težine 24 h na 50°C. Sadržaj proteina i ulja utvrđen je spektrofotometrijski na DA-700 FLEXI-MODE NIR/VIS spektrofotometru, na principu NIR (Near Infra Red) tehnike (Balešević i sar. 2007). Dobijeni rezultati su obrađeni statističkom metodom analize varijanse i testirani LSD testom.

Rezultati i diskusija

Broj mahuna po biljci ukazuje na uspešnost oplodnje jednog genotipa i na taj način određuje visinu prinosa biljke.

Najveći broj mahuna po biljci (30,96) zabeležen je na inokulisanoj varijanti sa primenom 30 kg N ha⁻¹, a najmanji (24,24) na inokulisanoj varijanti i primenom najvišom dozom mineralnog azota od

90 kg N ha⁻¹. Statistički značajno veći broj mahuna na inokulisanoj varijanti u odnosu na neinokulisano varijantu, zabeležen je sa dodavanjem 30 kg N ha⁻¹. Bez primene mineralnog azota, kao i primenom viših doza (60 kg N ha⁻¹ i 90 kg N ha⁻¹) razlika u broju mahuna po biljci između inokulisane i neinokulisane varijante nije statistički značajna (Tab. 1).

U istraživanjima Sable et al. (1998), Hernandez & Cuevas (2003) i Sahid et al. (2009) inokulacija semena soje značajno je uticala na povećanje broja mahuna po biljci, što je u saglasnosti sa našim rezultatima.

Broj zrna po biljci visoko je varijabilno svojstvo i zavisi od faktora spoljne sredine koliko i od genotipa.

Inokulacija NS-Nitruginom pozitivno je uticala na povećanje broja zrna po biljci, te je najveći broj zrna (118,86) zabeležen na inokulisanoj varijanti sa primenom 60 kg N ha⁻¹. Statistički značajna razlika u broju zrna po biljci između inokulisane i neinokulisane varijante ostvarena je bez primene mineralnog azota i sa primenom 90 kg N ha⁻¹ (Tab. 1).

Rezultati autora Otieno et al. (2009) pokazali su da različiti izvori azota (mineralni i biološki) nisu značajno uticali na broj mahuna i broj zrna po biljci.

Pored toga što je jedna od osnovnih komponenti prinosa, masa 1000 zrna jedna je od najvažnijih i vrlo stabilnih karakteristika sorte.

Rezultati istraživanja pokazuju da je na inokulisanoj varijanti bez primene mineralnog azota i sa dodavanjem 30 kg N ha⁻¹ i 60 kg N ha⁻¹, masa 1000 zrna bila statistički veća u odnosu na masu zrna kod neinokulisanih biljaka. Primenom 90 kg N ha⁻¹, inokulisane biljke ostvarile su manju masu 1000 zrna u odnosu na neinokulisane (Tab. 1).

U svojim istraživanjima Agha et al. (2004) takođe su dobili najveći broj mahuna po biljci i najveću masu zrna, primenom inokulacije soje i nižih doza mineralnog azota (50 kg ha⁻¹).

Tabela 1. Uticaj inokulacije i različitih nivoa đubrenja azotom na broj mahuna, broj zrna i masu 1000 zrna kod soje

Table 1. Effect of inoculation and different nitrogen rates on pod number, number of seeds and 1000 seeds mass in soybean

Varijanta đubrenja Treatment	Broj mahuna po biljci Pod number per plant		Broj zrna po biljci Seed number per plant		Masa 1000 zrna (g) Mass 1000 seeds (g)	
	inokulisano inoculated	neinokulisano uninoculated	inokulisano inoculated	neinokulisano uninoculated	inokulisano inoculated	neinokulisano uninoculated
	0 kg N ha ⁻¹	24,99	24,98	118,18*	103,90	183,58*
30 kg N ha ⁻¹	30,96*	24,61	110,38	112,02	188,69**	178,71
60 kg N ha ⁻¹	28,58	26,13	118,86	110,01	188,80*	183,32
90 kg N ha ⁻¹	24,24	27,25	111,26*	90,65	187,22	193,09
Prosek Average	27,19	25,74	114,67	104,14	187,07	182,88
LSD 0,05		6,31		14,27		5,40
LSD 0,01		9,57		21,63		8,28

Na osnovu dobijenih rezultata, vidi se da je najviši prinos zrna soje ostvaren primenom 90 kg N ha⁻¹, na inokulisanoj (4.269,65 kg ha⁻¹) i neinokulisanoj (4.269,28 kg ha⁻¹) varijanti. Bez primene mineralnog azota i bez inokulacije soje ostvaren je najniži prinos (3.991,60 kg ha⁻¹). Primenom 30 kg N ha⁻¹, 60 kg N ha⁻¹ i 90 kg N ha⁻¹ između inokulisane i neinokulisane varijante nije bilo statistički značajnih razlika u prinosu. Inokulacijom semena soje ostvarena je statistički značajna razlika u prinosu samo na varijanti gde nije primenjen mineralni azot (Tab. 2).

Istraživanja drugih autora potvrdila su pozitivan uticaj inokulacije na prinos soje (Coutinho et al. 1999, Alves et al. 2003, Kubota et al. 2008).

Dobijeni rezultati istraživanja pokazali su da inokulacija i primenjene doze mineralnog azota nisu značajno uticale na sadržaj proteina u zrnu soje. Najviši sadržaj proteina u zrnu iznosio je 38,88% na neinokulisanoj varijanti sa primenom 30 kg N ha⁻¹. Najviši procenat ulja u zrnu (21,84%) zabeležen je na varijanti gde je uz inokulaciju primenjeno i 60 kg N ha⁻¹. Statistički značajna razlika između inokulisane i neinokulisane varijante utvrđena je samo kod sadržaja ulja sa primenom 90 kg N ha⁻¹ (Tab. 2).

Istraživanja autora Albareda et al. (2009) pokazuju da inokulacija i primena mineralnih azotnih đubriva nije povećala prinos soje u poređenju sa varijantom gde je primenjena samo inokulacija. Takođe, primena visokih doza mineralnog azota (200 kg N ha⁻¹) kod neinokulisanih biljaka, uticala je na smanjenje prinosa u odnosu na inokulisane biljke kod kojih nije primenjen mineralni azot (Albareda et al. 2009a, Hungria et al. 2006).

Rezultati Seneviratne et al. (2000) pokazali su da inokulacija soje i primena đubriva povećavaju rast biljaka i prinos zrna. Primena azotnih đubriva u količini 23 kg ha⁻¹ pre setve i 23 kg ha⁻¹ na kraju faze cvetanja ne inhibira nodulaciju soje i azotofiksaciju.

Rezultati oglada Gan et al. (2002) pokazuju da je dodatak visokih doza azota pre setve ili u V4 fazi (vegetativna faza sa četiri nodije) negativno uticao na prinos zrna soje.

Istraživanja su pokazala da primena manjih količina mineralnih azotnih đubriva (u određenim fazama) pozitivno deluje na rast i razvoj leguminoznih biljaka. U vreme rane faze rasta i formiranja vegetativnih organa, do formiranja kvržica i uspostavljanja simbiotske zajednice, biljkama je potrebno obezbediti određene količine azota (Wani et al. 1995, Gulden & Vessey 1998, Seneviratne et al. 2000). Takođe, u fazi naličanja zrna biljka ima veće zahteve za produktima fotosinteze, što može izazvati starenje kvržica (Albareda et al. 2009). U tim fazama, kada fiksirani azot nije dovoljan biljke treba obezbediti mineralnim azotom (Gan et al. 2003, Mahna 2005).

Zaključci

Rezultati istraživanja pokazali su da je inokulacija soje NS-Nitraginom pozitivno uticala na ispitivane parametre prinosa i prinos soje.

Najveći broj mahuna zabeležen je na inokulisanoj varijanti sa primenom 30 kg N ha⁻¹, gde je zabeležen i statistički značajno veći broj mahuna u odnosu na neinokulisane varijantu.

Inokulacija NS-Nitraginom pozitivno je uticala na povećanje broja zrna po biljci. Na varijanti bez primene mineralnog azota i uz primenu 30 kg N ha⁻¹ i 60 kg N ha⁻¹, masa 1000 zrna kod inokulisanih biljaka bila je statistički veća u odnosu na masu zrna kod neinokulisanih biljaka.

Inokulacijom semena soje ostvarena je statistički značajna razlika u prinosu samo na varijanti gde nije primenjen mineralni azot.

Inokulacija i primenjene doze mineralnog azota nisu značajno uticale na sadržaj proteina u zrnu soje.

Tabela 2. Uticaj inokulacije i različitih nivoa đubrenja azotom na prinos, sadržaj proteina i sadržaj ulja u zrnu soje

Table 2. Effect of inoculation and different nitrogen rates on seed yield, protein content and oil content in soybean seed

Varijanta đubrenja Treatment	Prinos (kg ha ⁻¹) Yield (kg ha ⁻¹)		Sadržaj proteina (%) Protein content (%)		Sadržaj ulja (%) Oil content (%)	
	inokulisano inoculated	neinokulisano uninoculated	inokulisano inoculated	neinokulisano uninoculated	inokulisano inoculated	neinokulisano uninoculated
	0 kg N ha ⁻¹	4189,11*	3991,60	38,39	38,71	21,68
30 kg N ha ⁻¹	4106,25	4183,21	38,52	38,88	21,71	21,52
60 kg N ha ⁻¹	4090,00	4062,14	38,31	38,67	21,84	21,61
90 kg N ha ⁻¹	4269,65	4269,28	38,53	38,62	21,73*	21,34
Prosek Average	4163,75	4126,56	38,44	38,72	21,74	21,53
LSD 0,05		157,85		0,416		0,277
LSD 0,01		239,15		0,630		0,420

Literatura

- Agha S K, Oad F C, Buriro U A (2004): Yield and yield components of inoculated and un-inoculated soybean under varying nitrogen levels. *Asian J. Plant Sci.* 3: 370-371
- Albareda M, Rodríguez-Navarro D N, Temprano F J (2009): Soybean inoculation: Dose, N fertilizer supplementation and rhizobia persistence in soil. *Field Crop. Res.* 113: 352-356
- Albareda M, Rodríguez-Navarro D N, Temprano F J (2009a): Use of *Sinorhizobium* (Ensifer) *fredii* for soybean inoculants in South Spain. *Eur. J. Agron.* 30: 205-211
- Alves B J R, Boddey R M, Urquiaga S (2003): The success of BNF in soybean in Brazil. *Plant Soil* 252: 1-9
- Balešević-Tubić S, Đorđević V, Tatić M, Kostić M, Ilić A (2008): Application of NIR in determination of protein and oil content in soybean seed. *Arhiv za poljoprivredne nauke* 69: 5-14
- van Berkum P, Eardly B D (1998): Molecular evolutionary systematic of the Rhizobiaceae. In: Spaink H P, Kondorosi A and Hooykaas P J J (eds.), *The Rhizobiaceae, Molecular Biology of Model Plant-Associated Bacteria*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1-24
- Catroux G, Hartmann A, Revellin C (2001): Trends in rhizobial inoculants production and use. *Plant Soil* 230: 21-30
- Coutinho H L C, Kay H E, Manfio G P, Naves M C P, Ribeiro J R A, Rumjanek N G, Beringer J E (1999): Molecular evidence for shifts in polysaccharide composition associated with adaptation of soybean *Bradyrhizobium* strains to the Brazilian Cerrado soils. *Environ. Microbiol.* 1: 401-408
- Gan Y, Stulen I, Posthumus F, Keulen H, Pieter J C (2002): Effects of N management on growth, N₂ fixation and yield of soy bean. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 62: 163-174
- Gan Y, Stulen I, van Keulen H, Kuiper P J C (2003): Effect of fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth N₂ fixation and yield of three soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes. *Field Crop Res.* 80: 147-155
- Gulden R H, Vessey J K (1998): Low concentrations of ammonium inhibit specific nodulation (nodule number g⁻¹ root DW) in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Plant Soil* 198: 127-136
- Hernandez M, Cuevas F (2003): The effect of inoculating with *Arbuscular mycorrhiza* and *Bradyrhizobium* strains on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) crop development. *Cultivos-Tropicales* 24: 19-21
- Hungria M, Franchini J C, Campo R J, Crispino C C, Moraes J Z, Sibaldelli R N R, Mendes IC, Arihara J (2006): Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. *Can. J. Plant Sci.* 86: 927-939
- Kubota A, Hoshiba K, Bordon J (2008): Effect of fertilizer-N application and seed coating with Rhizobial inoculants on soybean yield in Eastern Paraguay. *Rev Bras Cienc Solo* 32: 1627-1633
- Mahna S K (2005): Soybean cultivation and BNF in China. In: Werner D and Newton W E (eds.), *Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology and the Environment*. Springer, Netherlands, 43-66
- Maksimović I, Petrović N (2008): Mineralna ishrana soje. U: Miladinović J, Hrustić M, Vidić M (ured.), *Soja*. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Sojaprotein, Bečej, 243-268
- Milošević N, Jarak M (2005): Značaj azotofiksacije u snabdevanju biljaka azotom. U: Kastori R (ured.), *Azot - agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti*. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 305-352
- Mrkovački N (2008): Azotofiksacija soje. U: Miladinović J, Hrustić M, Vidić M (ured.), *Soja*. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Sojaprotein, Bečej, 269-288
- Sable S, Sontakey P Y, Tagade R, Deotale R D, Manapure P (1998): Effect of Rhizobium and molybdenum on quality aspects, yield and yield contributing characteristics of soybean. *J. Soils Crops* 8: 157-159
- Sahid M Q, Saleem M F, Khan H Z, Anjum S A (2009): Performance of soybean (*Glycine max* L.) under different phosphorus levels and inoculation. *Pak. J. Agr. Sci.* 46: 237-241
- Seneviratne G, van Holm L H J, Ekanayake E M H G S (2000): Agronomic benefits of rhizobial inoculant use over nitrogen fertilizer application in tropical soybean. *Field Crop Res.* 68: 199-203
- Otieno P E, Muthomi J W, Cheminingwa G N, Nderitu J H (2009): Effect of Rhizobia inoculation, farm yard manure and nitrogen fertilizer on nodulation and yield of food grain legumes. *J. Biol. Sci.* 9: 326-332
- Wani S P, Rupela O P, Lee K K (1995): Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. *Plant Soil* 174: 29-49
- Zhou X-J, Liang Y, Chen H, Shen S-H, Jing Y-X (2006): Effect of rhizobia inoculation and nitrogen fertilization on photosynthetic physiology of soybean. *Photosynthetica* 44: 530-535

Effect of NS-Nitragin Application on Soybean Yield and Yield Components

Jelena Marinković¹ · Nastasija Mrkovački¹ · Radivoje Aćimović² · Vuk Đorđević¹¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia²Galenika-Fitofarmacija, Batajnički drum bb, 11080 Beograd-Zemun, Serbia

Summary: Agricultural soils of Serbia are low in soybean symbiotic bacteria and application of bacteriological preparations has been introduced as a regular cultivation practice when growing soybean. A trial was set up on experimental field of Institute of Field and Vegetable Crops from Novi Sad on chernozem soil using a randomized block design with four replicates. Mineral nitrogen fertilizers were used in rates of 0, 30, 60, and 90 kg ha⁻¹ in the experiment. Each of the nitrogen treatments had two variations, with and without inoculation. The effects of inoculation and different nitrogen fertilizer rates on yield and yield components were determined based on the pod number, seed number, 1000 seed mass and protein and oil content in seeds. Significantly higher pod number was observed in inoculated plants with the application of 30 kg N ha⁻¹. Inoculation with NS-Nitragin increased seed number per plant. In treatment with no mineral nitrogen applied and with application of 30 kg N ha⁻¹ and 60 kg N ha⁻¹, 1000 seed mass was statistically higher in inoculated plants than in uninoculated ones. Inoculation produced statistically significant difference in soybean yield only in the treatment with no mineral nitrogen applied. Inoculation and applied mineral nitrogen rates had no significant effect on protein content in soybean grain.

Key words: mineral nitrogen, nitrogen fixation, NS-Nitragin, soybean