

UDK: 633.34:631.847

Originalni naučni rad

UTICAJ ĐUBRENJA AZOTOM I INOKULUMA NA PRODUKTIVNOST SOJE

*N. Nenadić, Lj. Živanović, V. Plazinić i S. Anđelović**

Izvod: U trogodišnjem periodu (1999 - 2001.) su vršena ispitivanja uticaja načina ishrane (đubrenjem i inokulacijom) azotom na prinos semena soje. U kombinacijama sa inokulacijom i bez inokulacije vršeno je đubrenje sa 50, 100 i 150 kg/ha azota, plus kontrola (bez đubrenja). U godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti (1999. i 2001.) prinos semena je varirao od 4,33 do 5,48 t/ha, a u sušnoj (2000.) od 1,81 do 1,93 t/ha. Pri đubrenju sa najvećom količinom azota (150 kg/ha) postignut je, u proseku za tri godine, veći prinos semena za 11,7% od varijante bez đubrenja. U kombinacijama đubrenja sa azotom, prinos semena soje varijantata sa inokulacijom bio je, u godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti, veći za 1,47-7,30% nego bez inokulacije. Pri nepovoljnim uslovima vlažnosti, kada je prinos semena bio nizak, efekat inokulacije je bio vrlo slab.

Osim ovoga, u 2001. godini na tri različita tipa zemljišta (karbonatni černozem, lesivirana gajnjača i pseudoglej) vršena su istraživanja efikasnosti preparata za inokulaciju (nitragin, azotofiksin i bioselfiks) u pogledu parametara azotofiksacije i produktivnosti soje. Između ispitivanih preparata postignuta je vrlo velika razlika u pogledu broja obrazovanih kvržica, zatim mase kvržica, a mala razlika u sadržaju azota u kvržicama i prinosu semena. Na biljkama gajenim na černozemu obrazovan je, u proseku za tri preparata, veći broj kvržica za 9,45-11,27%, veća masa kvržica za 49,19-55,21%, a sadržaj azota u kvržicama bio je veći za 17,32-25,72 indeksnih poena nego na gajnjači i pseudogleju.

Ključne reči: Soja, đubrenje azotom, inokulacija semena, inokulum

Uvod

Količina đubriva u celini, a posebno azotnih za đubrenje soje prvenstveno zavisi od plodnosti zemljišta, uslova vlažnosti i visine ostvarenog prinosa. Od svih hraniva ko-

* Dr Nedeljko Nenadić, redovni profesor, dipl. inž. Ljubiša Živanović, asistent pripravnik, Poljoprivredni fakultet, Beograd; dr Vladan Plazinić, mr Srđan Anđelović, " INR Uljarice - Selsem ", Beograd.

ja usvaja soja najveći udeo otpada na azot, što je razumljivo jer je ona proteinska biljka, a za stvaranje velike količine proteina (35-50%), koje sadrži seme, potrebne su velike količine azota.

To potvrđuju brojna istraživanja (Ohlrogge et al., 1968; Henderson et al., 1970. i dr.) po kojima je ustanovljeno da je za obrazovanje 100 kg zrna i odgovarajuće vegetativne mase potrebno 7,69-9,60 kg azota, odnosno 2,5 do 3,0 puta više nego za formiranje iste količine pšenice (Federovski - cit. po Leščenk, 1978.).

Iz napred navedenih razloga egzistira pogrešno gledište da soju na plodnim zemljištima ne treba đubriti, naročito u povoljnim uslovima vlažnosti i visoke tehnologije gajenja, kada se mogu postići vrlo visoki prinosi semena (4-5 t/ha). Pri đubrenju soje sa 90 kg/ha azota Nenadić i sar.(1978.) su postigli veći prinos semena nego na neđubrenoj varijanti i to: na černozeu za 270 kg/ha, a na pseudogleju za 610 do 720 kg/ha.

Prema istraživanjima Jovanovića i sar.(1999.) đubrenje sa 120 kg/ha azota postiglo je veći prinos semena za 420 kg/ha u sušnoj godini, odnosno za 1350 kg/ha u vlažnoj, u odnosu na varijantu bez đubrenja. Takođe, prema rezultatima Henderson-a et al.(1970.) ustanovljena je veća apsorpcija svih hraniva, a posebno azota, kada se postiže veći prinos semena.

Materijal i metod rada

Istraživanja uticaja đubrenja azotom i inokulacije na prinos semena soje obavljena su na DD Stari Tamiš u Pančevu u periodu 1999-2001. godine, a istraživanje efikasnosti različitih preparata za inokulaciju (nitragin, azotofiksini i bioselfiks) na parametre azotofiksacije i prinosa soje obavljena su u 2001. godini na tri različita tipa zemljišta: karbonatni černozeu (Stari Tamiš), lesivirana gajnjača (Mladenovac) i pseudoglej (Brčko).

Tabela 1. Važnije hemijske osobine zemljišta

Godina	Lokacija	pH(u KCl)	humus%	mg/100g zemljišta	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
1999	St. Tamiš	7,10	3,80	16,5	23,4
2000	St. Tamiš	7,16	4,32	30,2	32,8
	Brčko	4,30	2,88	14,3	24,5
2001	St. Tamiš	7,15	4,17	32,6	34,6
	Brčko	4,25	2,13	12,6	19,8

U ovim istraživanjima proučavana su dva načina ishrane soje azotom, u sledećim kombinacijama:

1. Đubrenje azotom
 - Kontrola (bez đubrenja)
 - 50 kg/ha azota
 - 100 kg/ha azota
 - 150 kg/ha azota

2. Inokulacija semena

-Sa inokulacijom

-Bez inokulacije

Istraživanja su vršena na dve sorte: Bačka - 0 grupa zrenja i Dragana - II grupa zrenja. Đubrenje azotnim đubrivom (KAN) obavljeno je odmah posle setve. Đubrenje fosfornim i kalijumovim đubrivima nije vršeno. Setva je obavljena ručno u prvoj polovini aprila. Posle proređivanja biljaka obezbeđena je gustina useva od 500.000 biljaka po hektaru za sortu Bačka i 400.000 biljaka za sortu Dragana.

Tabela 2. Srednje mesečne temperature i količine padavina u vegetacionom periodu soje na Starom Tamišu u Pančevu

Godina	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura (°C)							Prosek
1999	15,4	17,9	21,3	22,9	23,5	21,0	20,3
2000	16,3	19,7	23,0	23,5	26,4	18,7	21,3
2001	12,5	18,9	19,4	24,2	24,9	17,6	19,6
Prosek	14,7	18,8	21,2	23,5	24,9	19,1	
Količina padavina (mm)							Suma
1999	102,8	60,1	146,6	231,6	94,4	68,5	704,2
2000	31,5	8,5	4,1	8,2	9,8	72,3	134,4
2001	137,5	79,0	160,8	51,3	69,4	198,6	696,6
Prosek	90,6	49,2	103,8	97,0	57,9	113,1	

U tabeli 2. prikazani su podaci o toploti i uslovima vlažnosti za vreme vegetacionog perioda soje u godinama istraživanja. Iz ovih podataka se vidi da su toplotni uslovi u sve tri godine bili veoma povoljni za rastenje i razviće biljaka, pa time i za ostvarenje vrlo visokog prinosa. Međutim, što se tiče uslova vlažnosti situacija je bila sasvim drugačija. Naime, u dve godine (1999. i 2001.) uslovi vlažnosti, za vreme celog vegetacionog perioda, su bili vrlo povoljni i stoga je postignut vrlo visok prinos semena. Ali, u četiri meseca vegetacionog perioda soje u 2000. godini (april - avgust) - sazrevanje završeno početkom avgusta - palo je ukupno 62,1 mm vodenog taloga, što nikada do sada nije zabeleženo. Stoga je u ovoj godini prinos semena soje bio manji za 2 - 3 puta nego u ostale dve godine.

Rezultati istraživanja i diskusija

U tabeli 3. prikazani su rezultati istraživanja uticaja đubrenja azotom i inokulacije semena na prinos soje. Iz ovih rezultata se vidi da je, u trogodišnjem periodu, postignuti prinos soje jako varirao, prvenstveno zahvaljujući uticaju ekoloških faktora (naročito uslovima vlažnosti).

U godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti (1999. i 2001.) prinos semena soje je varirao od 4,33 do 5,48 t/ha, pa je samim tim i đubrenje azotom ispoljilo snažan uticaj na prinos, što je saglasno rezultatima Henderson - a et al. (1970); Nenadića i sar. (1997); Jovanovića i sar. (1999) i dr. Nasuprot prethodnim, u sušnoj 2000. godini ostvareni prinos je bio znatno niži i kretao se od 1,81 do 1,93 t/ha, zavisno od varijante ishrane azotom.

Tabela 3. Uticaj đubrenja azotom i inokulacije semena na prinos soje

Đubrenje azotom kg/ha	1999		2000		2001		Prosek		
	t/ha	Index	t/ha	Index	t/ha	Index	t/ha	Index	
Kontrola	Sa inok.	4,87	100,0	1,83	100,0	4,69	100,0	3,80	
	Bez inok.	4,54	93,22	1,81	98,91	4,33	92,32	3,56	
Prosek		4,70		1,82		4,51		3,68	100,0
50	Sa inok.	5,08	100,0	1,89	100,0	4,77	100,0	3,91	
	Bez inok.	4,74	93,31	1,85	97,88	4,70	98,53	3,76	
Prosek		4,91		1,87		4,73		3,83	104,1
100	Sa inok.	5,29	100,0	1,83	100,0	5,07	100,0	4,06	
	Bez inok.	5,00	94,52	1,90	103,8	4,79	94,48	3,90	
Prosek		5,14		1,86		4,93		3,98	108,2
150	Sa inok.	5,31	100,0	1,88	100,0	5,48	100,0	4,22	
	Bez inok.	5,01	94,35	1,93	102,7	5,08	92,70	4,01	
Prosek		5,16		1,90		5,28		4,11	111,7
Prosek	Sa inok.	5,14	100,0	1,86	100,0	5,00	100,0		
	Bez inok.	4,82	93,77	1,87	100,5	4,72	94,40		

U proseku za tri godine istraživanja i dve sorte različite dužine vegetacionog perioda, između varijanti đubrenja, sa i bez inokulacije semena, postignute su izvesne razlike u prinosu soje koje se sastoje u sledećem:

- Pri đubrenju sa najvećom količinom azota (150 kg/ha) postignut je, u proseku za tri godine, veći prinos semena za 430 kg/ha ili 11,7% od varijante bez đubrenja.

- U kombinacijama sa inokulacijom, u proseku za varijante đubrenja, prinos semena soje bio je, u godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti, veći za 5,60 do 6,23% nego bez inokulacije.

- Pri nepovoljnim uslovima vlažnosti, kada je prinos semena bio nizak, efekat inokulacije je bio vrlo slab, a pri većim dozama azota (100 i 150 kg/ha) negativan.

- Inokulacijom semena, na varijanti bez đubrenja, u godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti postignut je veći prinos semena za 6,78 do 7,68%, a u sušnoj godini za samo 1,09% nego bez inokulacije.

- Pri poređenju efekta inokulacije semena i đubrenja azotom vidi se da je, inokulacijom semena, na varijanti bez đubrenja postignut veći prinos od kombinacije đubrenja sa 50 kg/ha azota, zahvaljujući prvenstveno efektima inokulacije u godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti.

- Đubrenje sa 150 kg/ha azota, i bez inokulacije, u proseku za tri godine, dalo je veći prinos semena za 210 kg/ha ili 5,53% nego kontrolna varijanta, sa inokulacijom.

Uticaj inokuluma na produktivnost soje

Inokulacija semena soje ima poseban značaj, pošto se bakterije drugih zrnenih mahunarki ne mogu prilagoditi korenu soje. U simbiozi sa biljkom soje živi vrsta bakterije *Bradyrhizobium japonicum*, koja na korenu biljke domaćina stvara specijalizovane tvorevine - nodule ili kvržice. U kvržicama se vrši proces vezivanja elementarnog azota iz atmosfere, te azotofiksacija predstavlja značajan potencijal za povećanje korišćenja tog azota (Jarak i sar. 1999). Inokulacija semena se vrši pred samu setvu, tako što se seme inficira bakterijama koje se nalaze u pripremljenim preparatima.

U našoj zemlji preparate za inokulaciju proizvode instituti za proučavanje zemljišta, odnosno zavodi za mikrobiologiju i pedologiju. Preparati se nalaze u prometu pod različitim nazivima ali u suštini predstavljaju čistu kulturu bakterija *Bradyrhizobium japonicum* na rastresitoj i sterilnoj podlozi iz koje su odstranjeni svi ostali mikroorganizmi. Prema rezultatima Steyn-a (1975) na parcelama soje proizvedene iz semena inokuliranog različitim sojevima *Bradyrhizobium japonicum*, razlika u povećanju prinosa dostiže i do 50%. U našoj zemlji, po podacima Sarića i sar. (1978) utvrđena je takođe razlika između sojeva *Bradyrhizobium japonicum* u pogledu efikasnosti formiranja kvržica na korenu i fiksacije azota. Na soju, odnosno životnu aktivnost bakterija azotofiksatora, veliki uticaj imaju uslovi zemljišta. Preterano zbijena, peskovita, kisela i alkalna nisu podesna za razviće azotofiksatora. Na ovakvim zemljištima formira se ne samo manji broj kvržica, već su one i sitne, sa smanjenom aktivnošću fiksacije azota (Nenadić i sar. 1986).

U tabeli 4. prikazani su rezultati istraživanja efikasnosti preparata za inokulaciju (nitragin, azotofiksin i bioselfiks) na tri tipa zemljišta u pogledu broja i mase kvržica po biljci soje.

Tabela 4. Podaci o broju kvržica i masi kvržica po biljci

Inokulum	Broj kvržica					Masa kvržica:		
	ST*	MI**	Br***	Prosek	Index	ST*	MI**	Br***
Nitragin	18,04	18,21	20,26	18,84	100,0	15,14	6,86	6,03
Azotofik.	45,71	37,95	35,62	39,77	211,1	7,99	4,14	4,27
Bioselfix	24,86	23,97	22,75	23,86	126,6	13,73	7,73	9,40
Prosek	29,54	26,75	26,21			12,28	6,24	5,50

ST* - Stari Tamiš (karbonatni černoze); MI** - Mladenovac (lesivirana gajnjača); Br*** - Brčko (pseudoglej)

Iz ovih rezultata se vidi da je, u pet navrata tokom vegetacionog perioda soje, u proseku za tipove zemljišta, najveći broj kvržica nađen na korenu biljaka tretiranih Azotofiksinom, 39,77, zatim Bioselfiksom, 23,86 i na kraju Nitraginom, 18,84. Prosečno za vrste preparata, na černozeu je ustanovljen najveći broj kvržica i iznosio je 29,54, na lesiviranoj gajnjači 26,75, a zatim na pseudogleju, 26,21.

Masa vazdušno suvih kvržica je takođe analizirana pet puta u toku vegetacionog perioda soje i u proseku za tipove zemljišta, najveća vrednost je zabeležena kod biljaka tretiranih Nitraginom, 9,34 mg, zatim Bioselfiksom, 9,22 mg i na kraju Azotofiksinom, 5,46 mg. U proseku za vrste preparata, najveća masa kvržica je bila na černozeu, 12,28 mg, zatim na lesiviranoj gajnjači, 6,24 mg, a na pseudogleju 5,50 mg.

U tabeli 5. prikazani su rezultati istraživanja efikasnosti preparata za inokulaciju (nitragin, azotofiksin i bioselfiks) na tri tipa zemljišta u pogledu sadržaja azota u kvržicama i prinosa semena soje.

Tabela 5. Podaci o sadržaju azota u kvržicama i prinosu soje

Inokulum	Sadržaj azota %					Prinos soje, t/ha				
	ST*	MI**	Br***	Prosek	Index	ST*	MI**	Br***	Prosek	Index
Nitragin	3,85	3,04	2,57	3,15	100,0	4,763	3,018	2,908	3,563	100,0
Azotofik.	3,93	3,13	2,95	3,33	105,7	5,209	3,151	3,032	3,797	106,6
Bioselfix	3,65	3,27	2,96	3,29	104,4	5,060	3,139	3,015	3,738	104,9
Prosek	3,81	3,15	2,83			5,011	3,102	2,985		
Index	100,0	82,68	74,28			100,0	61,90	59,57		

ST* - Stari Tamiš (karbonatni černoze); MI** - Mladenovac (lesivirana gajnjača); Br*** - Brčko (pseudoglej)

Iz ovih rezultata se vidi da je, u proseku za tipove zemljišta, najveći sadržaj azota u kvržicama utvrđen kod biljaka soje tretiranih Azotofiksinom, 3,33%, zatim Bioselfiksom, 3,29% a na kraju Nitraginom, 3,15%. Na biljkama gajenim na černoze mu, u proseku za tri preparata, sadržaj azota u kvržicama je bio veći za 17,32 do 25,72% nego na gajnjači i pseudogleju.

Na osnovu rezultata prosečnih prinosa semena soje, uočava se da su prinosi u 2001. godini bili visoki na svim lokalitetima, odnosno zemljištima. Ovako visoki prinosi dobijeni su prvenstveno zbog izuzetno povoljnih klimatskih uslova koji su vladali u toku vegetacionog perioda soje.

Najveći prinos semena soje, u proseku za vrste preparata, dobijen je na černoze mu (5,011 t/ha), što je više za 38,10 do 40,43% nego na gajnjači i pseudogleju. U proseku za tipove zemljišta, najveći prinos semena po jedinici površine ostvaren je na soji tretiranoj Azotofiksinom (3,797 t/ha), što je više za 1,70 do 6,60% nego Bioselfiksom i Nitraginom.

Zaključak

Na osnovu postignutih rezultata u istraživanjima uticaja načina ishrane (dubrenjem i inokulacijom) azotom i inokuluma na produktivnost soje može se zaključiti:

- U proseku za dve sorte i varijante ishrane azotom, prosečan prinos semena soje, u godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti (1999 i 2001.) je varirao od 4,33 do 5,48 t/ha, a u sušnoj (2000.) od 1,81 do 1,93 t/ha.

- Pri dubrenju sa najvećom količinom azota (150 kg/ha) postignut je, u proseku za tri godine, veći prinos semena za 430 kg/ha ili 11,70% od varijante bez dubrenja.

- Inokulacijom semena, na varijanti bez dubrenja, u godinama sa povoljnim uslovima vlažnosti, postignut je veći prinos semena za 6,78 do 7,68%, a u sušnoj godini za samo 1,09% nego bez inokulacije.

Između ispitivanih preparata za inokulaciju (nitragin, azotofiksin i bioselfiks) postignuta je vrlo velika razlika u pogledu broja obrazovanih kvržica, zatim mase kvržica, a relativno mala razlika u sadržaju azota u kvržicama i prinosu semena soje. Na biljkama gajenim na černoze mu obrazovan je, u proseku za tri preparata, veći broj kvržica za 9,45 do 11,27%, veća masa kvržica za 49,19 do 55,21%, veći prinos semena za 38,10 do 40,43%, a sadržaj azota u kvržicama bio je veći za 17,32 do 25,72 indeksnih poena nego na gajnjači i pseudogleju.

Literatura

1. Jarak, M., Milošević, N., Govedarica, M. i Gajić, Z. (1999): Značaj azotifiksacije u proizvodnji lucerke i stočnog graška. Zbornik naučnih radova . Vol. 5. 211-217, Arandelovac.
2. Jovanović, B., Nenadić, N., Vuković, Z., Gujaničić, T. (1999): Uticaj načina ishrane azotom na prinos i kvalitet zrna soje. Zbornik radova 40 Savetovanja proizvodnja i prerada uljarica. Sveska 40, 217-222, Palić.

3. *Leščenko, A.K.* (1978): Kultura soi. Naukova dumka, Kiev.
4. *Nenadić, N., Nedić, M.* (1978): Prinos soje na parapodzolu i černozeu u zavisnosti od jačine đubrenja i inokulacije semena. Zbornik radova III Jugoslovenskog simpozijuma o krmnom bilju, Bled.
5. *Nenadić, N., Mišović, M. i Cvetković, R.* (1986): Iznalaženje racionalnog sistema đubrenja soje. Zbornik radova o unapređenju proizvodnje soje, suncokreta i uljane repice. 95-109, Arandelovac.
6. *Nenadić, N., Plazinić, V., Simić, D.* (1997): Effect of fertilization on soybean yield and quality on poor soil. Agron. Jour., 46.
7. *Ohlrogge, A. J., Kamprath, E. J.* (1968): Fertilizer use in soybeans. Soil Sci. Society of America, Madison.
8. *Henderson, J. B., Kamprath, E. J.* (1970): Nutrient and dry matter accumulation by soy beans, N. C. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. 1975.
9. *Sarić, Z., Milić, V. i Hazem T.* (1978): Sinteza materija rastenja tipa indola, giberelina i fenola od strane nekih sojeva *Rh. japonicum* različite efikasnosti. Arhiv za poljoprivredne nauke, Sv. 115, 29-41.
10. *Steyn, R.* (1975): Impact on soybeans. Special report, 77.

UDC:633.34:631.847
Original scientific paper

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND INOCULUM ON SOYBEAN YIELD

*N. Nenadić, Lj. Živanović, V. Plazinić i S. Anđelović**

Summary

A three-year (1999-2001) trial was carried out in order to analyze the effect of nitrogen nutrition (fertilization and inoculation) on soybean seed yield. In combination with and without inoculation fertilization was employed using 50, 100 and 150 kg/ha of nitrogen and the non-fertilized control. Under favourable humidity conditions (1999 and 2001) seed yield varied from 4.33 to 5.48 t/ha. Under dry weather conditions (2000) seed yield ranged from 1.81 to 1.93 t/ha. On the average, over the three trial years an 11.7% higher seed yield was registered using the highest nitrogen amount (150 kg/ha) compared with the non-fertilized variant. In combinations with nitrogen fertilization soybean seed yield in variants with inoculation in relation to non-inoculation was higher by 1.47-7.30% in years with favourable humidity conditions. Under unfavourable humidity conditions and low seed yield the effect of inoculation was insignificant.

In addition, in 2001 the efficacy of the preparations (nitragin, azotofixin end bio-selfix) were tested on three different soil types (carbonate chernozem, brown forest soil and pseudogley) with regard to nitrogen fixation parameters and soybean yield. There was a significant difference with regard to the nodules formed and nodule mass between the preparations tested and an insignificant difference between the nitrogen content in the nodules and seed yield. Considering the three preparations tested, plants grown on the chernozem soil type established on the average by 9.45-11.27% greater number of nodules, 49.19-55.21% greater nodule mass and the content of nitrogen in the nodules was by 17.32-25.72 index points greater compared with the plants grown on brown forest soil and pseudogley soil type.

Key words: soybean, nitrogen fertilization, seed inoculation, inoculum

* Nedeljko Nenadić, Ph. D., Ljubiša Živanović, B. Sc., Faculty of Agriculture, Belgrade, Yugoslavia; Vladan Plazinić, Ph. D., Srđan Anđelović, M. Sc., " INR Uljarice - Selsem ", Belgrade, Yugoslavia