

"Zbornik radova", Sveska 39, 2003.

UTICAJ INOKULACIJE I ĐUBRENJA NA EFEKTIVNOST AZOTOFIKSACIJE KOD PASULJA

Milić, Vera, Vasić, Mirjana, Marinković, Jelena¹

IZVOD

U radu je ispitan uticaj inokulacije i đubrenja na parametre azotofiksacije kod sorte pasulja Belko. Ogled je izveden na oglednim poljima Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Inokulacija semena je izvršena sa mikrobiološkim đubrivom NS-Nitruginom za pasulj. Genotip pasulja Belko i NS-Nitrugin poreklom su iz Instituta. U fazi cvetanja i u fazi fiziološke zrelosti urađena je i osnovna agrohemijska analiza zemljišta. U obe faze analizirana je masa biljke (nadzemni deo, koren i kvržice), sadržaj azota u biljci, masa zrna po biljci, broj formiranih mahuna i broj zrna po mahuni.

Inokulacija je uticala na povećanje sadržaja humusa i sadržaj ukupanog azota u zemljištu u većini kombinacija đubrenja. U proseku na svim varijantama đubrenja kod inokulisanih biljaka veća je masa suve materije biljke (korena, nadzemnog dela i zrna), broj mahuna po biljci, broj zrna po mahuni i sadržaj azota u biljci.

KLJUČNE REČI: azotofiksacija, đubrenje, pasulj, NS- Nitrugin, komponente prinosa, sadržaj azota

Uvod

Familija leguminoza obuhvata veoma raznovrsne vrste značajne u ishrani ljudi i životinja, a takođe su značajne kao neizostavna komponenta u plodoredima. U zajednici sa kvržičnim bakterijama iz rodova *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* i *Azorhizobium* fiksiraju elementaran azot iz atmosfere koristeći ga prvenstveno za sintezu vlastitih proteina. Na taj način leguminoze čuvaju i povećavaju azotni bilans zemljišta, čime se istovremeno smanjuje upotreba azotnih mineralnih đubriva.

¹ Dr Vera Milić, naučni savetnik, dr Mirjana Vasić, naučni saradnik, dipl. inž. Jelena Marinković, stručni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Kvržične bakterije pasulja u našim zemljištima su u manjem broju, što se posebno odnosi na zemljišta sa kiselom reakcijom. Unošenjem efektivnih i acidorezistentnih sojeva ovih bakterija prilikom setve pasulja, povećava se azotofiksacija i omogućava gajenje ovih biljnih vrsta i na manje plodnim zemljištima.

Sorte pasulja nisu podeljene prema grupi zrenja (kao soja) ali je utvrđeno da ranostasnije sorte ostvaruju slabiju fiksaciju azota (Graham and Rossas, 1977; Graham, 1981). Mnogi autori sugerišu istraživanja u pravcu kapaciteta za azotofiksaciju kod različitih genotipova (Ellis, 1996; Vance, 1996; Milić i sar., 1999, Graham and Temple, 1984), praćenje klimatskih uslova u vegetativnom periodu (Milutinović et al., 1992), broj formiranih mahuna i broj zrna po biljci (Mitranov, 1981; Vasić et al., 1997; Milev and Genchev, 1997; Zdravković i Damjanović, 2002).

Cilj ovog rada bio je da se ispita uticaj inokulacije, kao i sistema đubrenja na efektivnost simbiotske zajednice pasulja i odgovarajućih kvržičnih bakterija.

Materijal i metode

Na stacionarnom poljskom ogledu Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima, koji je zasnovan 1971. godine, a koncipiran kao tropsko polje, smenjivali su se: pšenica - kukuruz - suncokret. U toku 2002. godine na stacionarnom ogledu zasejan je pasulj, kao treća kultura. Azot je dodavan u količinama od 0 do 250 kg/ha, što je prikazano kao varijanta đubrenja ogleda:

1. 0 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine
2. 50 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine
3. 100 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine
4. 150 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine
5. 200 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine
6. 250 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine
7. 0 kg/ha
8. 100 kg/ha
9. 200 kg/ha

Na varijantama 1 - 6 žetveni ostaci (žo) se zaoravaju, a svake treće godine, posle pšenice, dodaje se 50 kg/ha N. Sa varijanti 7, 8 i 9 žetveni ostaci se uklanjaju. Količine fosfora i kalijuma su iste na svim varijantama đubrenja i iznose po 80 kg/ha P_2O_5 i K_2O . NPK mineralna đubriva ne unose se pod treću kulturu, u ovom slučaju pasulj.

Ogled sa pasuljem je postavljen u četiri ponavljanja, predusev je bio kukuruz, a varijante su raspoređene po slučajnom blok sistemu. Sve varijante đubrenja na ogledu imale su inokulisano i neinokulisano varijantu pasulja.

Setva je sprovedena ručno sa sortom pasulja Belko. Inokulacija semena izvršena je mikrobiološkim đubrivom NS-Nitruginom koji sadrži smešu sojeva *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* specifičnih za pasulj kao biljnu vrstu. Genotip pasulja i NS-Nitrugin poreklom su iz Instituta.

U radu je ispitan uticaj inokulacije i đubrenja na parametre azotofiksacije kod pasulja. Masa suve materije biljaka i sadržaj azota u biljci određivan je u fazi cvetanja, a u fazi fiziološke zrelosti masa suve materije zrna po biljci, broj formiranih mahuna, broj zrna u mahunama. Osnovna agrohemijaska analiza zemljišta urađena je neposredno pred setvu, u fazi cvetanja i u fazi fiziološke zrelosti biljke. Azot u biljnom materijalu određen je metodom Kjeldahla.

Rezultati i diskusija

Rezultati su pokazali da je inokulacija pozitivno delovala na ispitivane parametre, simbiotske zajednice. Kod inokulisanih biljaka, u proseku, na svim varijantama đubrenja masa suve materije, broj mahuna po biljci, broj zrna u mahuni i sadržaj azota u biljci veća je u odnosu na neinokulisane biljke. Različite varijante đubrenja uticale su i različito na efektivnost zajednice.

Tab.1 Efekti inokulacije i đubrenja na agrohemijske osobine zemljišta (srednje vrednosti) tokom sezone uzgajanje pasulja

Tab. 1. Effects of inoculation and fertilization on agrochemical soil properties (mean values) during bean growing season

Tretman Treatment	pH		CaCO ₃ %	Humus %	Total - N %	AL-P ₂ O ₅ mg /100g	AL-K ₂ O mg /100g	
	KCl	H ₂ O						
Ø	I	7,49	8,19	4,37	2,359	0,155	52,14	32,31
	II	7,59	8,33	3,04	2,289	0,151	46,83	27,48
1	I	7,56	8,39	3,99	2,202	0,145	55,06	31,26
	II	7,58	8,33	1,93	2,302	0,152	44,07	28,66
2	I	7,57	8,35	3,42	2,278	0,150	48,95	29,81
	II	7,52	8,25	3,27	2,449	0,162	40,60	27,96
3	I	7,50	8,29	3,78	2,242	0,148	43,88	28,56
	II	7,53	8,25	3,32	2,273	0,150	35,06	20,90
4	I	7,50	8,25	2,58	2,212	0,146	46,37	27,95
	II	7,52	8,26	3,05	2,278	0,150	39,50	23,65
5	I	7,51	8,25	2,47	2,277	0,150	50,57	32,61
	II	7,56	8,34	3,57	2,339	0,154	51,80	23,47
6	I	7,57	8,19	2,48	2,474	0,163	36,59	24,36
	II	7,56	8,35	3,50	2,259	0,149	32,04	21,36
7	I	7,58	8,29	3,83	2,374	0,157	27,87	20,07
	II	7,57	8,32	4,47	2,249	0,148	30,97	18,22
8	I	7,57	8,36	3,56	2,290	0,151	27,27	19,04
	II	7,58	8,36	4,72	2,236	0,148	30,51	19,96
9	I	7,53	8,33	3,86	2,216	0,146	27,49	18,06
	II	7,54	8,27	4,99	2,292	0,151	28,89	18,65

I - bez inokulacije (-N) / no inoculation (-N)

II - semena inokulisana NS-Nitraginom za pasulj (+N)/ seeds inoculated with NS-Nitragin for bean (+N)

Rezultati analize zemljišta (Tab.1) pokazuju da je ovo zemljište slabo karbonatni černozem, slabo obezbeđeno humusom, srednje obezbeđeno azotom, neutralne reakcije, sa visokim sadržajem kalijuma i fosfora kod svih varijanti đubrenja, izuzev na varijantama đubrenja 7, 8 i 9 kod kojih je zemljište optimalno obezbeđeno kalijumom. Kod pojedinih varijanata đubrenja (1,2,4,5,9) inokulacija je uticala na malo povećanje sadržaja ukupnog azota u zemljištu. Rezultati Lynch et al. (1991) pokazali su da pristupačan fosfor utiče na rast pasulja prvenstveno preko rasta lista i biomase sa podeljenim delovanjem na fotosintetske i respiratorne organe, pre nego na fotosintezu lista.

Najniža vrednost mase suve materije cele biljke u fazi cvetanja dobivena je na inokulisanoj varijanti đubrenja 4, a najviše povećanje na inokulisanoj kontrolnoj neđubrenoj varijanti (Ø) kao i na varijantama đubrenja 6 i 9 (Tab.2).

Tab.2. Masa suve materije nadzemnih biljnih delova, korena, kvržice i cele biljke u cvetanju

Tab.2. Dry matter mass of the above-ground plant parts, root, nodules and whole plant at flowering

Tretman Treatment	Nadzemni delovi (g) Above-ground parts (g)		Koren i kvržice (g) Roots and nodules (g)		Cela biljka (g) Whole plant (g)	
	+N	-N	+N	-N	+N	-N
Ø	7,39	<u>3,52</u>	0,44	<u>0,31</u>	7,84	<u>3,83</u>
1	6,50	5,21	0,58	0,38	7,27	5,59
2	7,38	5,79	0,39	0,41	7,77	6,20
3	6,63	4,87	0,40	0,31	7,04	5,18
4	<u>4,97</u>	5,87	0,44	0,42	<u>5,74</u>	6,30
5	5,85	6,20	<u>0,38</u>	0,38	6,24	6,55
6	7,32	7,11	0,53	0,49	7,87	7,60
7	6,71	4,99	0,54	0,32	7,25	5,32
8	6,33	5,66	0,50	0,44	6,83	6,29
9	10,33	7,81	0,77	0,47	7,74	8,28
Prosek Average	6,94	5,70	0,50	0,39	7,16	6,11

Najmanje povećanje sadržaja azota kod inokulisanih varijanti cele biljke u fazi cvetanja bilo je na varijanti 4, a najveće kod varijanti đubrenja 6, 1 i kontrolnoj (Ø) neđubrenoj varijanti. Najviši sadržaj azota kod neinokulisanih biljaka ostvaren je na varijanti đubrenja 6, a najniža vrednost dobivena je na kontrolnoj neđubrenoj varijanti kod nadzemnog dela biljke i kod ispitivane cele biljke (tab.3).

Tab. 3. Sadržaj nitrogena u biljci u cvetanju i fiksiranog nitrogena
 Tab. 3. Plant nitrogen content at flowering and fixed nitrogen

Tretman Treatment	Nadzemni delovi (mg) Above-ground parts (mg)		Koren i kvržica (mg) Root and nodules (mg)		Cela biljka (mg) Whole plant (mg)		
	+N	-N	+N	-N	+N	-N	Fiksiran Fixed N kg/ha
Ø	225,33	106,99	8,96	6,77	396,19	199,12	68,97
1	217,78	157,93	12,83	6,34	398,77	262,89	47,56
2	245,52	194,90	<u>6,97</u>	7,98	396,90	328,50	23,94
3	215,49	161,90	7,27	5,68	355,43	268,37	30,47
4	<u>162,72</u>	109,31	8,47	7,07	<u>280,83</u>	239,22	14,56
5	178,73	209,23	6,36	6,20	294,69	337,69	<u>-15,05</u>
6	239,01	235,35	10,89	8,70	415,87	376,79	<u>13,68</u>
7	231,79	166,48	10,54	<u>5,45</u>	398,29	267,22	45,87
8	221,74	200,24	11,06	7,21	390,12	319,13	24,85
9	337,94	266,06	20,34	8,31	366,68	428,63	<u>-21,68</u>
Prosek Average	227,60	180,83	10,37	6,97	369,38	302,76	23,31

Dobiveni rezultati pokazuju da je količina fiksiranog azota cele biljke po jednom hektaru, u proseku za sve varijante đubrenja 23,31 kg N/ha, a kretala se od 14,56 do 68,96 kg N/ha. Ovo je u saglasnosti sa rezultatima Rennie i Kemp (1983) i Rushel et al. (1982), koji su utvrdili da je količina fiksiranog azota kod pasulja od 20 do 115 kgN/ha. Međutim, kada posmatramo dobivene rezultate na kontrolnoj varijanti (Ø) (0 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine) količina fiksiranog azota iznosi 68,97 kg/ha. Na varijanti đubrenja 1 (50 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine) količina fiksiranog azota iznosi 47,56/ha. Na varijanti đubrenja 6 gde je dodata najveća količina azotnog mineralnog đubriva (250 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine) i ostvaren najveći sadržaj azota u celoj biljci i kod inokulisanih i kod neinokulisanih biljaka, količina fiksiranog azota iznosi samo 13,68 kg/ha. Kod varijanti đubrenja 5 i 9 fiksacija azota je izostala.

Ovo pokazuje da veća količina azota u zemljištu utiče na zaustavljanje fiksiranja azota iz vazduha kod biljaka, odnosno da biljke prvenstveno koriste azot iz zemljišta, a tek onda svoje potrebe zadovoljavaju fiksiranjem azota iz vazduha.

Na svim varijantama đubrenja inokulacijom povećan je broj mahuna po biljci, broj zrna u mahunama i masa suve materije zrna po biljci u odnosu na neinokulisane biljke (Tab.4). Najveći broj mahuna po biljci i najveća masa suve materije zrna ostvareni su na varijanti đubrenja 5 i 6, a najmanji na kontrolnoj varijanti (Ø). Na varijanti đubrenja 1 (50 kg/ha + žo + 50 kg/ha N svake treće godine) ostvarene su nešto niže vrednosti ovih parametara ali su mnogo veće nego kod kontrolne varijante.

Tab. 4. Masa suve materije u zrnu po biljci, broju mahuna i broju zrna po mahuni u fiziološkoj zrelosti

Tab.4. Grain dry matter mass per plant, pod number and grain number per pod at physiological maturity

Tretman Treatment	Masa suve materije u zrnu (g/biljci) Grain dry matter mass (g/plant)		Broj mahuna po biljci Pod number per plant		Prosečan broj zrna po mahuni Average grain number per pod	
	+N	-N	+N	-N	+N	-N
Ø	<u>6,02</u>	<u>5,24</u>	<u>9,50</u>	<u>9,33</u>	24,50	21,00
1	12,43	9,27	13,16	12,50	40,30	32,82
2	9,63	8,26	12,83	<u>6,50</u>	32,50	32,16
3	8,61	6,84	12,50	10,33	32,81	27,00
4	12,42	7,57	16,96	11,16	47,17	29,16
5	14,44	6,60	19,33	9,83	48,33	29,83
6	13,31	6,01	18,00	7,00	26,67	<u>16,33</u>
7	7,03	8,60	9,66	11,66	26,50	31,33
8	8,51	8,65	11,96	10,67	34,67	33,33
9	7,41	7,43	10,50	9,00	28,67	25,16
Prosek Average	9,98	7,44	13,40	9,80	34,20	27,81

Fiksacija azota kvržičnim bakterijama ne obezbeđuje uvek biljku sa azotom u količini dovoljnoj za visok prinos zrna. Ispitivanja u Brazilu su pokazala da u zemljištu u kojem ima kvržičnih bakterija 7×10^{-2} ćelija g^{-1} inokulacija nema efekta na nodulaciju ili prinos. Ukoliko se u zemljištu nalazi manje od 10 ćelija po g zemljišta (autohtone populacije *Rhizobiuma*) inokulacija povećava nodulaciju korena. Sa dodatkom mineralnih azotnih đubriva opada broj kvržica nastalih sa inokulisanim sojevima, a povećava se broj kvržica sa autohtonim sojevima iz zemljišta (Vargas et al., 2000).

Prema Plancquaret (1999), pasulj zahteva 300 kg N/ha (za 60 kg N/t pasulja) i uglavnom ga obezbeđuje simbiotskom azotofiksacijom. Maksimalno usvaja P i K posle 100 dana od setve (oko 70-80 kg/ha P_2O_5 i 250-300 kg/ha K_2O). Ekonomski je opravdano uz inokulaciju semena dodati N u količini 30-40 kg/ha, 80-120 kg/ha P i 100-200 kg/ha K_2O , a smatra se da oko jedne petine od P_2O_5 i jedne polovine K_2O ostaje u zemljištu za narednu kulturu. Istraživanja iz 1997. u Severnoj Dakoti (SAD) pokazala su da visoki nivo azota u zemljištu smanjuje broj kvržica na korenu biljaka. Prema rezultatima istraživanja inokulaciju je potrebno izvršiti ako u zemljištu postoji nivo nitratnog azota u količini 22,5 kg/ha (50lb/ac) ili manje, a ako je količina veća od toga nije potrebno inokulisati seme.

ZAKLJUČAK

Rezultati su pokazali da je inokulacija pozitivno delovala na ispitivane parametre, simbiotske zajednice, a efekat inokulacije bio je različit u odnosu na varijante đubrenja:

- kod inokulisanih biljaka, u proseku, na svim varijantama đubrenja masa suve materije, broj mahuna po biljci, broj zrna u mahuni i sadržaj azota u biljci je veći u odnosu na neinokulisane biljke
- najmanja vrednost mase suve materije cele biljke dobivena je na inokulisanoj i varijanti đubrenja 4, a najviše povećanje na inokulisanoj kontrolnoj varijanti (Ø) kao i na varijantama đubrenja 6 i 9
- kod inokulisanih biljaka najveći broj mahuna po biljci, najveći broj zrna po mahuni, najveća masa suve materije zrna po biljci, ostvareni su na varijanti đubrenja 5 i 6, a najmanji na kontrolnoj varijanti (Ø)
- količina fiksiranog azota kretala se od 13,68 do 68,97 N/ha, a u proseku za sve varijante đubrenja 23,31 kg N/ha. Na varijantama đubrenja 5 i 9 fiksacija azota je izostala.

LITERATURA

- Ellis, N.T.H. (1996): Legume tools for legume breeding, In: Book of Abstracts 2 nd European Nitrogen Fixation Conference, Sep.8-13, pp.68, Poznan, Poland.
- Graham, P.H., Rossas, J.C. (1977): Nodule development and nitrogen fixation in cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. as influenced by planting density J. Aric. Sci. Camb. 88: 503-508.
- Graham, P.H., Temple, S.R. (1984): Selection for improved nitrogen fixation in Glycine max. (L.) Merr. and *Phaseolus vulgaris* L. Plant and Soil 82: 315-327.
- Graham, P.H. (1981): Some problems of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* L.: A review Field Crops Res. 4: 93-111.
- Lynch, J., Lncion, A., Epstein, E. (1991): Crop Physiology & Metabolisms: Vegetative Growth of Common Bean in Response to Phosphorous Nutrition, Crop Sci.31:380-387.
- Genchev, D.D. (1997): Nodule formulation ability of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Proc.First Balkan Symp.Vegetable and Potatoes (Eds.) S.Ječić, B.Lazić, Acta Hort.Vol.2, No.462: 857-862.
- Milić, Vera, Mrkovački, Nastasija, Vasić, Mirjana, Davidov, A., Milošev, D. (1999): Effect of bean inoculation on parameters of nitrogen fixation and microbiological status of soil. Zemljište i biljka, Vol. 48. No.3:143-150.
- Milutinović, S., Đukić, Ž., Milenković, S. (1992): Ispitivanje uticaja suše na prinos pasulja. Savremena poljoprivreda, Vol. 40, br. 1-2: 138-141.
- Mitranov, L. (1981): Varirane na priznacite i koleraciji pri njakoi sortove fasu, I Rast. Nauki, 3:24- 28.
- Pauu, A.A. (1989): Improvement of *Rhizobium* inoculants. App. and Environ. Microbiol. Apr.: 862-865.
- Plancquaret, Ph. (1999): World Fertilizer Use Manual: Field Bean. IFA publications, www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/fbean.htm

- Rennie, R.J., Kemp, G.A. (1983): N₂-fixation in field beans quantified by ¹⁵N isotope dilution II. Effect of cultivars of beans. *Agron. J.* 75: 645-649.
- Ruschel, A.P., Vose, P.B., Matsui, E., Victoria, R.L. and Saito, S. M. T. (1982): Field evaluation of N₂ fixation and N utilization by *Phaseolus bean* varieties determined by ¹⁵N isotope dilution. *Plant and Soil* 65:397-407.
- Vance, C.P. (1996): Use of nitrogen fixing crop species for sustainable agriculture, In: Book of Abstracts 2nd European Nitrogen Fixation Conference, Sep.8-13, pp.50, Poznan, Poland.
- Vargas, M.A.T., Ieda C., Mendes, Mariangela, Hungria (2000): Response of field-grown bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to Rhizobium inoculation and nitrogen fertilization in two Cerrados soils. *Biol.Fertl Soil*, 32, 3: 228-233.
- Vasić, Mirjana, Gvozdenović-Varga, J., Červenski, J. (1997): The independence of morphological characters in Yugoslavia bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.), Proc. First Balkan Symp. Vegetables and Potatoes (Eds.) S.Jevtić, B.Lazić, Acta Hort. ISHS, Vol.1, No. 462: 235-241.
- Zdravković, M., Damjanović, M.(2002): Uticaj mikrobioloških đubriva na broj zrna po mahuni. *Zdravstveno bezbedna hrana, Tematski zbornik*, 311-314.

EFFECT OF INOCULATION AND FERTILIZER APPLICATION ON NITROGEN FIXATION IN BEAN

Milić, Vera, Vasić, Mirjana, Marinković, Jelena

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

The legume family is comprised of a highly diverse set of plant species essential to animal and human nutrition. The introduction of effective strains of nodule bacteria during bean sowing increases nitrogen fixation and enables these plant species to be grown even on less fertile soils.

This paper has studied the effects of inoculation and fertilization on nitrogen fixation parameters in the bean variety Belko. Sowing was done by hand and the seeds were inoculated using the microbiological fertilizer NS-Nitragin, which contained a mixture of *Rhizobium leguminosarum* *bv. Phaseoli* strains specific to bean as a crop species. Both the bean genotype and NS-Nitragin fertilizer used originate from the Institute. Plant dry matter mass and nitrogen content were determined at flowering, while grain dry matter mass per plant, number of pods formed, and grain number per pod were measured at physiological maturity. The basic agrochemical soil analyses were performed just before sowing, at flowering

and at physiological maturity. Plant nitrogen was determined according to Kjeldahl.

The trial was established at the Rimski Šančevi Experiment Field and the trial treatments were as follows: 1) 0 kg/ha + HR + 50 kg/ha N every three years; 2) 50 kg/ha + HR + 50 kg/ha N every three years; 3) 100 kg/ha + HR + 50 kg/ha N every three years; 4) 50 kg/ha + HR + 50 kg/ha N every three years; 5) 200 kg/ha + HR + 50 kg/ha N every three years; 6) 250 kg/ha + HR + 50 kg/ha N every three years; 7) 0 kg/ha; 8) 100 kg/ha; and 9) 200 kg/ha. No NPK mineral fertilizers were incorporated and the phosphorus and potassium rates were the same (80 kg/ha P₂O₅ and K₂O) in all of the treatments. In treatments 1 through 6 harvest residues (HR) were incorporated by plowing under, and every three years 50 kg/ha N were added after wheat. In treatments 7, 8 and 9 harvest residues were removed. Each treatment consisted of an inoculated and a noninoculated version.

The study results showed that inoculation had a positive effect on the symbiotic association parameters concerned, i.e. the plant length, dry matter mass, pod number per plant, grain number per pod and plant nitrogen content of the inoculated plants from all of the treatments were on average greater than those of the noninoculated ones. The different fertilization treatments had different effects on the effectiveness of the symbiotic association as well. The amount of nitrogen fixed ranged from 13.68 to 68.97 kg N/ha, averaging 23.31 kg N/ha. No nitrogen fixation occurred in treatments 5 and 9.

KEY WORDS: nitrogen fixation, fertilization, bean, NS-Nitragin, yield components, nitrogen content.