

## ZNANSTVENI RADOVI

### PRVI REZULTATI BAKTERIZACIJE SOJE S Hup<sup>+</sup> SOJEM BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM-a U SR HRVATSKOJ

#### FIRST RESULTS IN BACTERIZATION OF SOYBEAN WITH HUP<sup>+</sup> STRAIN OF BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM IN SR CROATIA

S. Redžepović, R. Strunjak, B. Varga, R. Heneberg, F. Slamić, F. Bašić, M. Šeput,  
D. Puhalo, B. Dušanić

#### UVOD

Danas se u cijelom svijetu, pa tako i u našoj zemlji, teži proizvodnji što većih količina hrane, a istovremeno se nastoji maksimalno štedjeti energiju pokušavajući pri tom, gdje god je to moguće, zamijeniti fosilna goriva obnovljivim izvorima energije. Međutim, ova dva postulata nije lako uskladiti pogotovo kad se zna da je upravo dušik, taj najčešći limitirajući faktor u dobivanju visokih prinosa poljoprivrednih kultura, energetske najskuplji: naime, za proizvodnju 1 kg dušika industrija utroši oko 80 Megajoula energije. Radi usporedbe navodimo da je za dobivanje 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> potrebno samo 12, a za 1 kg K<sub>2</sub>O tek oko 8 Megajoula energije.

Međutim, upravo leguminoze, koje zbog velikih količina proteina u svojim prirodnim tvarima trebaju i veće količine dušika, mogu znatni dio tog neophodnog hraniva osigurati besplatno iz atmosfere — koja ga sadrži gotovo 80% — putem biološke fiksacije dušika, ali pod uvjetom da žive u simbiozi s efektivnim svojstvima svojih simbionata, nitrogenih kvržičnih bakterija. Bez kvržičnih bakterija na svom korijenu ni leguminoze ne mogu koristiti dušik atmosfere, već su onda kao i sve ostale biljke upućene isključivo na dušik iz tla. I kod biološke fiksacije dušika znatan je utrošak energije, jer se za dobivanje dvaju molekula amonijaka iz molekule dušika troši oko 12 do 24 molekule adenozintrifostata. Međutim, u tom procesu troši se solarna energija akumulirana u asimilatima, dakle vlastita energija koju osigurava biljka domaćin. Uzimajući u obzir, da na primjer, soja po jedinici površine zrna treba četiri puta više dušika nego li žitarice (Hardy i Havelka, 1975) i da za taj dušik industrija mora utrošiti velike količine skupe i često manjkave energije, razumljiva su nastojanja da se leguminozama, pa tako i soji, omogući maksimalno korištenje gotovo neiscrpnih količina besplatnog atmosferskog dušika, koji im svuda stoji na raspolaganju tim više što se za njegovu redukciju troši »vlastita« energija iz asimilata biljke. Računa se da se nad svakim hektarom tla nalazi u atmosferi oko 80.000 tona molekularnog dušika

(Kaš, 1966), međutim, njega biljke ne mogu koristiti ni kad oskudjevaju na tom hranivu. Sposobnost korištenja velikih rezervi atmosferskog dušika ograničena je na samo mali broj prokarijata (cijanobakterija i bakterija) koji žive bilo slobodne (asimbiotski) u tlu i vodama, bilo pak u zajednici (simbiotski) s određenim eukariotskim organizmima.

Za poljoprivrednu proizvodnju najvažnija je simbioza kvržičnih bakterija i leguminoza, jer na taj način dospjevaju u pedosferu najveće količine atmosferskog dušika i odmah se koriste za sintezu biljnih bjelančevina. Smatra se da leguminoze uzagajne za zrno, sjeno, ispašu ili druge svrhe vežu putem svojih simbiota na cijeloj Zemlji oko  $80 \times 10^6$  tona atmosferskog dušika godišnje što iznosi više od polovine od ukupne količine biološki fiksiranog dušika na našoj planeti (Evens i Barber 1977), odnosno dvostruku količinu tog hraniva utrošenu u cijelom svijetu 1974. godine u obliku gnojiva (Hardy i Havelka, 1975).

Zbog niza prednosti biološke fiksacije dušika (korištenje besplatnog i svuda prisutnog atmosferskog dušika, »vlastite« energije iz asimilata biljke za njegovu redukciju — da spomenemo samo neke) nastoji se taj prirodni proces što više intenzivirati kako bi i količine fiksiranog dušika bile što veće. Obzirom da enzim nitrogenaza, koji katalizira biološku fiksaciju dušika, ne reducira samo molekularni dušik, već između ostalog i protone vodika, to u toku biološke fiksacije dušika dolazi do oslobađanja molekularnog vodika i time do gubitaka znatnih količina energije koja bi se inače mogla koristiti za fiksaciju dušika (Schubert i Evans, 1976).

Međutim neki, u prirodi razmjerno rijetki (Uratsu et al., 1989) sojevi kvržičnih bakterija posjeduju uz nitrogenazu i enzim hidrogenazu te zato mogu reciklirati, tj. ponovno oksidirati oslobođeni vodik. Obzirom da je tokom simbioze kvržičnih bakterija i leguminoza limitirajući faktor za biološku fiksaciju dušika upravo količina biljnih asimilativa koji za taj proces predstavljaju zvor energije, recikliranje reduciranog vodika ima za posljedicu pojačanu fiksaciju dušika zbog energije oslobođene tokom oksidacije. Osim toga oksidacijom vodika troši se kisik na koji je nitrogenaza vrlo osjetljiva, a ujedno i uklanja vodik koji također može inaktivirati nitrogenazu i time onemogućiti daljnju fiksaciju atmosferskog dušika (Dixon, 1976). Zbog toga sojevi kvržičnih bakterija s hidrogenazom fiksiraju znatno više dušika (Albrecht et al., 1979), te ih zato treba koristiti za priređivanje preparata za pretsjetvenu bakterizaciju leguminoza.

Sojevi kvržičnih bakterija koji posjeduju hidrogenazu nazivaju se »Hup<sup>+</sup>« što je kratica engleskog termina »hydrogen uptake positive«, za razliku od sojeva bez hidrogenaze koji se označuju »Hup<sup>-</sup>« (hydrogen uptake negative). Cilj našeg istraživanja je da u ekološkim uvjetima Baranje ispitamo efikasnost simbioze raznih sorata soje s Hup<sup>+</sup> sojem njezinog simbionta te njegov utjecaj na prinos i kvalitetu zrna uz primjenu što manjih količina dušičnog gnojiva.

#### MATERIJAL I METODA RADA

Poljski pokus postavljen je u proljeće 1985. na PIK-u Belje na amfiglejnem karbonatnom tlu, neutralne reakcije (pH 7,8) koji sadrži 0,19% N, 22 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 18 mg K<sub>2</sub>O na 100 g tla. Zbog bogate opskrbljenosti tla fosforom i do-

bre opskrbljenosti dušikom, izvršena je samo gnojidba kalijem u količini od 210 kg K<sub>2</sub>O/ha.

Pokus je postavljen po sistemu randomiziranih blokova sa 4 sorte soje: Aura, Zvijezda, Sivka i EXL 79—1. Pokusne varijante zastupljene u pokusu u pet repeticija, bile su slijedeće:

1. Sjeme soje bakterizirano sa sojem D 344 kojeg inače koristimo za pro izvodnju preparata za bakterizaciju soje,

2. Sjeme soje bakterizirano s američkim Hup<sup>+</sup> sojem USDA 311 b 122 Beltsville\*, prethodno testiranim na kompatibilnost s navedene 4 sorte soje in vitro i u vegetacijskim pokusima u stakleniku,

3. Nebakterizirano sjeme soje.

Bakterizacija soje vršena je tzv. suhim postupkom tako da je cjepivo na bazi treseta stavljeno uoči sjetve na dno sjetvenog jarka, a na njega odmah položeno sjeme i zatrpano zemljom. Sjetva je izvršena ručno time da su najprije zasijane kontrolne parcele, a zatim bakterizirane nastojeći da isti radnik ne vrši bakterizaciju i s Hup<sup>+</sup> i s D 344 sojem, već da to rade dva radnika.

Sjetva je obavljena 22. 04. 1985. u dobro pripremljeno tlo.

U pokusu je praćena nodulacija soje. U doba cvatnje sa svake od 60 pokusnih parcela oprezno je izvađeno skupa s korijenom po 10 nasumce odabranih biljaka. Na korijenu su izbrojene kvržice (ili je utvrđeno njihovo otustvo), te zabilježena boja unutrašnjosti kvržica. U laboratoriju je određena težina suhe tvari kvržice po biljci.

Pokusne parcele nisu bile tretirane herbicidima, već je radi suzbijanja korova u tri navrata tokom vegetacije vršeno ručno okopavanje usjeva.

Nakon žetve koja je obavljena 2. 10. 1985. obračunat je prirod zrelog sjemena po ha (na bazi 13% vlage), zatim masa 1000 sjemenki, te količina proteina u njima.

Svi su rezultati obrađeni analizom varijance i prikazani su u tabelama 1, 2, 3 i 4.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Prvi pregled pokusa obavljen je 12. 06. 1985. Soja je vrlo dobro niknula. Parcele s biljkama poteklim iz bakteriziranog sjemena mogle su se već na prvi pogled uočiti po zelenoj boji listova, jer je lišće biljaka s kontrolnih (nebakteriziranih) parcela bilo žućkasto. Na po nekoliko nasumce izvađenih biljaka sa svake od 20 kontrolnih parcela nije nađena nijedna kvržica, dok su biljke, potekle iz bakteriziranog sjemena, već tada bile obilno nodulirane.

U doba pune cvatnje soje (18. 07. 1985), izvršeno je brojenje kvržica na korijenu biljaka, a u laboratoriju je određena količina njihove suhe tvari. Unutrašnjost kvržica bila je intenzivno crvene boje što je dokaz njihove efektivnosti. Ni ovaj put na nebakteriziranim biljkama nije nađena nijedna kvržica.

\* Ovaj je soj u tekstu obilježavan Hup<sup>+</sup>

Broj kvržica po biljci, kao i težina njihove suhe tvari navedeni su u tabeli 1.

Biljke s kontrolnih parcela uopće nisu bile nodulirane. To znači da tlo nije sadržavalo autohtone sojeve svojih simbionata, a ujedno ukazuje na okolnost, da je sjetva pokusa izvršena s maksimalnom pažnjom, jer nije došlo do njihova prenošenja s bakteriziranih parcela na kontrolne. Broj kvržica na bakteriziranim biljkama je vrlo visok, bez obzira na sortu soje i soj *Bradyrhizobium japonicum*. Ipak kod sve četiri sorte soje soj D 344, upotrebljen za bakterizaciju, dao je veći broj kvržica po biljci u odnosu na soj Hup<sup>+</sup>, međutim, te razlike nisu signifikantne.

Rezultati pokazuju, da je težina suhe tvari kvržica obrnuto proporcionalna njihovu broju: kod biljaka poteklih iz sjemena bakteriziranog s Hup<sup>+</sup> sojem ona je veća nego li kod onih, gdje je bakterizacija vršena sa sojem D 344, međutim, ni te razlike nisu signifikantne. Koristeći soj D 344 za bakterizaciju desinficiranog sjemena sorata Adepta, h<sub>2</sub> i Chippewa, Škrdleta i Pelikan 1973. dobili su u poljskom pokusu u Čehoslovačkoj mnogo manje kvržice po biljci i manju težinu njihove suhe tvari (naročito kod sorte Chippewa), nego li mi u našem pokusu. Razlog je tome i različita kompatibilnost između pojedinih sorata soje i soja D 344, a i različiti klimatski i edafski uvjeti sredina u kojima su pokusi postavljeni.

Tab. 1

Broj kvržica i težina suhe tvari kvržica po biljci  
*Nodule number and dry weight per plant*  
(PIK »BELJE«, Mirkovac, 1985.)

Sojevi Strains Sorte Cultivars	Broj kvržica po biljci <i>Nodule number per plant</i>				Težina suhe tvari kvržica po biljci (g) <i>Nodule dry weight (g) per plant</i>			
	Kon- trola Control	D-344	Hup <sup>+</sup>	$\bar{x}$ sorte culti- vars	Kon- trola Control	D-344	Hup <sup>+</sup>	$\bar{x}$ sorte culti- vars
Aura	0	67,90	60,96	42,95	0	0,291	0,298	0,196
Zvijezda	0	51,35	47,00	32,78	0	0,260	0,275	0,179
Sivka	0	58,78	54,92	37,90	0	0,283	0,280	0,188
EXL 79-1	0	60,66	60,30	40,32	0	0,325	0,342	0,222
$\bar{x}$ sojeva strains	0	59,67	55,79		0	0,290	0,299	
	sorte: LSD	5% — 4,60			sorte: LSD	5% — 0,022		
	cultivars:	1% — 6,15			cultivars:	1% — 0,030		
	sojevi: LSD	5% — 4,00			sojevi: LSD	5% — 0,020		
	strains:	1% — 5,33			strains:	1% — 0,027		

Tab. 2

Prirod sjemena dt/ha Yield of seeds dt/ha (PIK »BELJE«, Mirkovac, 1985.)				
Sojevi Strains Sorte Cultivars	Kontrola Control	D-344	Hup <sup>++</sup>	$\bar{x}$ sorte cultivars
Aura	23,46	30,78	29,88	28,04
Zvijezda	20,45	19,79	20,93	20,39
Sivka	23,97	31,58	33,48	29,68
EXL 79-1	20,72	25,55	24,19	23,49
$\bar{x}$ sojeva strains	22,15	26,92	27,12	25,40
Sorte: LSD	5%	—	2,07	
Cultivars:	1%	—	2,16	
Sojevi: LSD	5%	—	1,79	
Strains:	1%	—	2,39	
Interakcija: LSD	5%	—	3,58	
Interaction				

Tab. 3

Masa 1000 sjemenki u g Mass of 1000 seeds/g (PIK »BELJE«, Mirkovac, 1985.)				
Sojevi Strains Sorte Cultivars	Kontrola Control	D-344	Hup <sup>++</sup>	$\bar{x}$ sorte cultivars
Aura	134,9	188,2	192,6	171,9
Zvijezda	147,5	163,6	170,1	160,4
Sivka	146,6	186,1	192,4	175,0
EXL 79-1	127,9	173,6	174,9	158,8
$\bar{x}$ sojeva strains	139,2	177,9	182,5	166,5
Sorte: LSD	5%	—	6,8	
Cultivars:	1%	—	9,1	
	0,1%	—	12,0	
Sojevi: LSD	5%	—	5,9	
Strains:	1%	—	7,9	

Što se tiče broja i težine suhe tvari kvržica, u našem je pokusu sorta Aura imala najveći broj kvržica, signifikantno veći od sorte Zvijezda uz  $P = 1\%$ , a od sorte sivke uz  $P = 5\%$ . Signifikantno najveću težinu suhe tvari kvržica imala je eksperimentalna linija EXL 79—1.

Premda u ovom pokusu nije primjenjivana ni dušična niti fosforna gnojidba, prosječni prirod suhog zrna soje iznosio je 25,4 dt/ha, a ovisno o sorti soje, prirod se kretao u granicama od 19,8 do 33,5 dt/ha. (Tabela 2).

Bakterizacija je pozitivno utjecala na prirod, dok između priroda varijanata bakteriziranih sojeva D 344 i Hup<sup>+</sup> nije bilo opravdano razlike.

U kasnih ispitivanih sorata (Aura i Sivka) postoji signifikantna razlika u prirodu između kontrolnih biljaka i onih poteklih iz bakteriziranog sjemena. Međutim, dok kod ovih sorata oba soja visoko signifikantno povećavaju prirod, dotle u eksperimentalnoj liniji EXL 79—1 samo soj D 344 povećava prirod uz P = 5%, dok se prirod uz bakterizaciju s Hup<sup>+</sup> sojem, premda veći, ne razlikuje signifikantno od kontrole.

Kao jedna od značajnih komponenti prirod određivana je i masa 1000 sjemenki.

Prosjeck masa 1000 sjemenki svih ispitivanih kombinacija iznosio je 166,52 g (Tabela 3). F — testom je opravdan utjecaj obaju ispitivanih faktora, tj. sorata i sojeva, kao i njihovih kombinacija.

Uspoređivanjem sorata na temelju mase 1000 sjemenki utvrđeno je da između eksperimentalne linije EXL 79—1 i sorte Zvijezda nema u tom pogledu signifikantne razlike: od njih su imale veću masu 1000 sjemenki kasne sorte Sivka i Aura i to od eksperimentalne linije EXL 79—1 na nivou od P = 0,1 %, a od sorte Zvijezda uz P = 1%.

Bakterizacija je uvjetovala znatno veću masu 1000 sjemenki u svih ispitivanih sorata u odnosu na kontrole. Premda je dobivena nešto veća masa 1000 sjemenki uz bakterizaciju sojem Hup<sup>+</sup>, među biljkama poteklim iz sjemena bakteriziranog s dva ispitana soja obzirom na masu 1000 sjemenki nije bilo signifikantne razlike. Taj naš rezultat je u skladu s tvrdnjom Rollier-a i Obatona (1979) koji navode, da je masa 1000 sjemenki uvijek veća kod bakteriziranih biljaka soje.

Jedno od najvažnijih svojstava sjemenki soje je njezino bogatstvo na visokokvalitetnim proteinima koji su sastavom svojih amino kiselina vrlo slični animalnim proteinima.

U našem pokusu prosječni sadržaj ukupnih proteina preračunat na suhu tvar iznosi 43,61%. (Tabela 4).

F — testom je opravdan utjecaj obaju ispitivanih faktora, tj. genotipa sorti uz P = 5% i bakterizacije s dva ispitivana soja uz P = 1%.

Među sortama izdvaja se sorta Zvijezda koja je s prosjekom od 45,1% proteina u zrnu signifikantno bolje od ostale tri sorte u pokusu. Sorta Aura s 41,27% ukupnih proteina signifikantno je najslabija.

Utjecaj sojeva vrlo je značajan, pa je bakterizacija povećala sadržaj ukupnih proteina za 6,30%, odnosno 6,43% uz P = 0,1% u odnosu na kontrolu.

U višegodišnjim poljskim pokusima u Oregonu (SAD) bakterizacija soje raznim Hup<sup>+</sup> sojevima *Bradyrhizobium japonicum* signifikatno je (za 8,9%) povećala sadržaj ukupnih proteina u odnosu na bakterizaciju s Hup<sup>-</sup> sojevima iste vrste (Hanus et al., 19891). U našem pokusu bakterizacija sa sojem Hup<sup>+</sup> rezultirala je malo većim sadržajem ukupnih proteina nego li bakterizacija sojem D 344, međutim, ta razlika nije signifikantna.

Tab. 4

Sadržaj ukupnih proteina u suhoj tvari sjemena soje%  
*Total protein content in soybean seed on dry matter basis %*  
 (PIK »BELJE«, Mirkovac, 1985.)

Sojevi Strains Sorte Cultivars	Kontrola Control	D-344	Hup <sup>+</sup>	x sorte cultivars
Aura	37,07	43,48	43,26	41,27
Zvijezda	42,14	46,28	46,89	45,10
Sivka	40,20	45,44	45,97	43,87
EXL 79-1	38,03	47,45	47,03	44,17
x sojeva strains	39,36	45,66	45,79	43,61
Sorte: LSD	5% — 2,41			
Cultivars:	1% — 3,66			
Sojevi: LSD	5% — 2,09			
Strains:	1% — 3,17			
	0,1% — 5,09			

#### ZAKLJUČAK

Bakterizacija sjemena soje s oba soja *Bradyrhizobium japonicum* (D 344 i Hup<sup>+</sup>) značajno je utjecala na broj kvržica po biljci i težinu njihove suhe tvari. Biljke potekle iz nebakteriziranog sjemena nisu uopće bile nodulirane što znači da tlo nije sadržavalo autohtonih sojeva sojinih simbionata. Korištenje soja D 344 za bakterizaciju rezultiralo je većim brojem kvržica po biljci u odnosu na soj Hup<sup>+</sup>, međutim, te razlike nisu statistički opravdane.

Težina suhe tvari kvržica po biljci veća je kod gotovo svih sorata soje kad je za bakterizaciju korišten soj Hup<sup>+</sup>, međutim, razlike nisu signifikantne.

Utvrđena je i signifikantna razlika u broju kvržica po sortama. Tako je sorta Aura imala najveći broj kvržica po biljci, signifikantno veći od sorte Zvijezda uz  $P = 1\%$ , a od sorte Sivka uz  $P = 5\%$ . Signifikantno najveću težinu suhe tvari kvržica, imala je eksperimentalna linija EXL 79—1.

I bez primjene dušičnog i fosfornog gnojiva bakterizacija je pozitivno utjecala na prirod zrnja soje, međutim, između priroda varijanata bakteriziranih sojeva D 344 i Hup<sup>+</sup> nije bilo opravdane razlike.

Bakterizacija je uvjetovala kod svih ispitivanih sorata i znatno veću masu 1000 sjemenki u odnosu na kontrolu. Iako je korištenje soja Hup<sup>+</sup> rezultiralo nešto većom masom 1000 sjemenki u odnosu na soj D 344, te razlike nisu signifikantne.

Bakterizacija soje signifikantno je povećala sadržaj ukupnih proteina u sjemenu. F — testom opravdan je utjecaj obaju ispitivanih faktora, tj. genotipa sorte uz  $P = 5\%$  i bakterizacije (neovisno o upotrebljenom soju *Bradyrhizobium japonicum*) uz  $P = 1\%$ .

## SUMMARY

On Agricultural and Processing Plant »Belje«, locality Mirkovac (northern Croatia) a field trial was conducted to compare four soybean cultivars (Aura, Sivka, Zvijezda and EXL 79-1) inoculated with the strain of *Bradyrhizobium japonicum* USDA Beltsville 311 b 122 possessing the hydrogenase (Hup<sup>+</sup>) and the strain D 344 in respect to nodules number and weight, seed yield, seed's protein content and mass of 1000 grains.

A randomised block design with five blocks was used and the treatments with each of four soybean cultivars consisted of:

1. uninoculated seeds
2. seeds inoculated with strain D 344
3. seeds inoculated with Hup<sup>+</sup> strain

The soil was a mineral calcareous amphigley with a pH of 7, 8, N content of 0,19% and 22 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g of soil. A fertilizer application of only 210 kg K<sub>2</sub>O/ha was incorporated prior to planting.

Soybean was planted on 22 April 1985. Plots were weeded by hand three times during the growing season.

On 18 July 1985 nodule samples were removed from 10 randomly selected plants from each of 60 plots and used for nodule count and weight. The soil was free of indigenous soybean symbionts as no nodules were formed on uninoculated control plants.

Plants were harvested on 2 October 1985 and the seed's yield, its protein content and mass of 1000 grains determined.

Analysis of variance was used to identify significant differences.

The results are summarized in four tables.

Regardless of cultivars strain D 344 produced more nodules per plant than Hup<sup>+</sup> strain, but the differences are not significant. (Table 1).

Four soybean cultivars differed in nodule number per plant. The greatest number was formed in Aura. It is significantly superior only in respect to Zvijezda with P = 1%, and in respect to Sivka with P = 5%.

Hup<sup>+</sup> strain resulted in higher nodule dry weight per plant with nearly all cultivars, but only EXL 79-1 differs significantly in this respect to other cultivars. (Table 1).

Bacterization has shown a positive effect on seed yield but no significant differences exist between the treatment with two strains of *Bradyrhizobium japonicum*. The interaction is found between the soybean cultivars and the strains of their symbionts. (Table 2).

Bacterization affected positively the mass of 1000 grains. Comparing the soybean cultivars and the two strains used, the Hup<sup>+</sup> strain was superior in this respect although not significantly. (Table 3).

Inoculation with both strains of soybean symbionts increased seed protein content in comparison with the control. The highest protein content in seeds was found in Zvijezda (45,10%), following by EXL 79-1 (44,17%), Sivka (43,78%) and Aura (41,27%) considering the mean of 3 treatment. (Table 4).

## LITERATURA

Albrecht S. L., i dr.: Hydrogenase in *Rhizobium japonicum* increases nitrogen fixation by nodulated soybeans. *Science*, 203, 1255—1257, 1979.

Dixon R. O. D.: Hydrogenases and efficiency of nitrogen fixation in aerobes. *Nature*, 262, 173, 1976.

Evans H. J., Barber L. E.: Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science*, 197, 332—339, 1977.



Hanus J. F., i dr.: Yield and N content of Soybean Seed as influenced by *Rhizobium japonicum* possessing the hydrogenase characteristic. *Agron. J.*, 73, 368—372, 1981.

Hardy R. W. F. i Havelka U. D.: Nitrogen fixation research: a key to world food? *Science*, 188, 633—643, 1975.

Kaš V.: *Mikroorganismen im Boden*. A. eiZmsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 1966.

Rollier M., Obaton M.: Quelques aspects techniques des possibilites de culture de soja dans le Midi de la France, *Bull. Rech. Agron., Gembloux, hors serie*, 422—439, 1971.

Schubert K. R., Evans H. J.: Hydrogen evolution: A major factor affecting the efficiency of nitrogen fixation in nodulated symbionts. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 73, 4, 1207—1211, 1976.

1973.

bakterija za bakterizaciju leguminoza. I Jugoslavenski simpozij mikrobne ekologije, Strunjak Rajka, Redžepović S.: Značenje Hup<sup>+</sup> sojeva raznih vrsta kvrzičnih Skorić A.: *Pedološki praktikum* (posebno izdanje Sveučilišta u Zagrebu), Zagreb,

Skrdeta V., Pelikan J.: Relationship between Soybean Cultivars and *Rhizobium japonicum* Serotypes with Single- and Multi-Strain Inoculants. II. Field experiments. *Zbl. Bakt. Abt. II.*, 128, 7—8, 745—752, 1973.

Uratsu S. L., Keyser H. H., Weber D. F., Lim S. T.: Hydrogen uptake (Hup) activity in *Rhizobium japonicum* from major U.S. soybean production areas. *Crop Sci.* 22, 600—602, 1982.

#### **Adresa autora**

doc. Dr Sulejman Redžepović

Dr Rajka Strunjak

mr Boris Varga

prof. Dr Ruža Heneberg

Mr Franjo Slamić

Dr Ferdo Bašić

Fakultet poljoprivrednih znanosti,

Šimunska 25, 41000 Zagreb

Mr Miranda Šeput, PIK »Belje« — Darda

Drago Puhalo, dipl. ing. PIK »Belje« — Darda

Branko Dušanić, dipl. ing. PIK »Belje« — K. Vinogradi