

UTJECAJ BIOSTIMULATORA RASTA I FUNGICIDA ZA TRETIRANJE SJEMENA SOJE NA UČINKOVITOST SIMBIOZNE FIKSACIJE DUŠIKA

S. REDŽEPOVIĆ¹, J. ČOLO², Mihaela BLAŽINKOV¹, Sanja SIKORA¹, Marija
PECINA¹, Lejla DURAKOVIĆ³

¹ Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Agriculture, University of Zagreb

² Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Faculty of Agriculture, University of Sarajevo

³ Prehrambeno biotehnološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb

SAŽETAK

Glavni cilj ovih istraživanja je provjera utjecaja predstetvene bakterizacije soje, tretiranja sjemena soje fungicidima i primjene Bioalgeena-S90 kao biostimulatora rasta na nodulaciju i učinkovitost simbiozne fiksacije dušika. Istraživanje je provedeno 2004. godine u uvjetima staklenika postavljanjem trofaktorijelnog pokusa u četiri ponavljanja. Rezultati istraživanja ukazuju na pozitivan učinak bakterizacije na broj i masu suhe tvari kvržica, sadržaj ukupnog dušika u nadzemnom dijelu biljke i u stabljici te koncentraciju ureida u ksilemu. Primjena biostimulatora rasta Bioalgeena-S90 povećala je sadržaj dušika u nadzemnom dijelu biljke i u stabljici dok na koncentraciju ureida, broj i masu suhe tvari kvržica nije imala utjecaja. Primjena fungicida uz dodatak aminokiselina uzrokovala je signifikantno smanjenje mase suhe tvari kvržica, sadržaja N u nadzemnom dijelu biljke i u stabljici te koncentracije ureida u ksilemu.

Ključne riječi: simbiozna fiksacija dušika, soja, predstetvena bakterizacija, biostimulatori rasta, fungicidi za tretiranje sjemena

UVOD

Današnji razvoj poljoprivredne proizvodnje temeljen na postulatima održive poljoprivrede, zasniva se na prilagodbi agroekosustava stanišnim čimbenicima nekog područja, optimalnom korištenju bioloških i kemijskih izvora u agroekosustavu i očuvanje prirodnih resursa. Jedan od glavnih čimbenika ove proizvodnje je učinkovito iskorištavanje dušika iz okoline, a racionalna gnojidba dušikom je glavna pretpostavka

održive poljoprivredne proizvodnje. Biološkom fiksacijom dušika osiguravaju se biljkama dovoljne količine dušičnog hranjiva, a u potpunosti se udovoljava zahtjevima gospodarenja tlom kao što su: produktivnost, sigurnost, zaštita prirodnih resursa, ekonomičnost. Posljednjih godina posebna pažnja je usmjerena na proučavanje prirodnih populacija simbioznih fiksatora dušika (Galli-Terasawa i sur., 2003; Giongo i sur., 2008; Sikora i sur. 2002; Sikora i Redžepović, 2003) kao i na selekciju učinkovitih sojeva te iznalaženje najkvalitetnije simbiozne zajednice sorta soje *x* soj *B. japonicum* (Redžepović i sur., 1990; 1991; Sikora i Redžepović, 2000). Maksimalnim iskorištavanjem prirodnog procesa simbiozne fiksacije dušika povećala bi se proizvodnja proteina u zrnu, smanjili troškovi proizvodnje soje, a potrošaču ponudili jeftiniji i s gledišta prehrane, biološki vredniji proizvod (Lynch, 1993; Harper, 1999; Redžepović i sur., 1990; 1991; Sikora i Redžepović, 2000). Simbiozna fiksacija dušika ovisna je i o fotosintetskom potencijalu pojedinih leguminoza (Dudeja i Kamlesh, 2000). Darlington i sur., (1996) navodi kako je jedan od načina povećanja fotosintetskog potencijala biljke upotreba regulatora biljnog rasta. Postoje podaci o utjecaju biljnih stimulatora rasta na nodulaciju i uspješnost simbioze različitih leguminoza i kvržičnih bakterija, no navedena istraživanja provedena su u laboratorijskim uvjetima (Dudeja i Kamlesh, 2000). Pretpostavlja se da bi primjena selekcioniranih sojeva *B. japonicum* kao i biostimulatora rasta, mogla utjecati na učinkovitost simbiozne fiksacije dušika, a time i na prinos soje kao jedne od najvažnijih leguminoza u ishrani ljudi i životinja. Usporedo sa širenjem površina pod sojom i njenim intenzivnim uzgojem kao i uvođenjem novih sorata soje, javlja se i problem širenja različitih bolesti soje (Vratarić i Sudarić, 2000). Jedan od načina zaštite soje od bolesti je i predstajeno tretiranje sjemena soje fungicidima (Čolo 1990; Redžepović i sur., 1991; 1999; 2006; Šoškić i sur., 1991). U našoj zemlji višegodišnja istraživanja o djelotvornosti primjene fungicida za suzbijanje uzročnika bolesti soje i otpornosti sorata provodili su Vratarić i sur. (1997; 2002). Rezultati njihovih istraživanja ukazuju na varijabilnost fenotipske ekspresije uroda i kakvoće zrna, mase 1000 zrna koja je uvjetovana genetskom raznolikošću testiranog materijala, djelotvornošću fungicida te različitim agroekološkim uvjetima tijekom istraživanja. Budući da se fungicidi primjenjuju na sjeme prije bakterizacije, prethodno je potrebno u kontroliranim uvjetima utvrditi njihov utjecaj na sojeve *B. japonicum* koji se koriste za predstajenu bakterizaciju soje. Glavni cilj ovih istraživanja je provjera utjecaja predstajene bakterizacije soje, tretiranja sjemena soje fungicidima i primjene Bioalgeena-S90 kao biostimulatora rasta na nodulaciju i učinkovitost simbiozne fiksacije dušika.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje djelovanja biostimulatura rasta i bakterizacije provedeno je 2004. godine na kultivaru Tisa kreiranom u Poljoprivrednom institutu Osijek. Biostimulator rasta Bioalgeen-S90[®] je proizvod prirodnog porijekla čiju bazu čini ekstrakt smeđe morske alge *Ascophillum nodosum*. Bioalgeen-S90 je prirodno sredstvo za stimuliranje rasta i razvoja biljaka, koji u svom sastavu sadrži makro i mikroelemente, vitamine, aminokiseline i alginsku kiselinu. Osim toga, ima i zaštitnu ulogu u stresnim uvjetima kao što su suša, napad biljnih bolesti ili štetočina.

U cilju procjene utjecaja biostimulatora rasta, predstjetvenog tretiranja sjemena soje fungicidima na simbioznu učinkovitost postavljen je trofaktorijski (2 x 2 x 3) vegetacijski pokus po shemi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja. Faktori pokusa su:

- I.) bakterizacija sjemena soje: nebakterizirano sjeme (B₀) i bakterizirano sjeme sa sojem *B. japonicum* D344
- II.) folijarna primjena Bioalgeen-S90: bez primjene Bioalgeena-S90 (A₀) i s primjenom Bioalgeena-S90 (A₁). Bioalgeen-S90 je korišten u dozi od 2 l / 400 l vode po ha, a primjenjivan je u fazi nakon sjetve i nicanja soje te u fazi drugog trolista soje (razvojna faza soje V2).
- III.) tretiranje sjemena fungicidima: netretirano sjeme (F0), sjeme tretirano fungicidima na bazi aktivne tvari metalaksila + tirama (F1) i sjeme tretirano fungicidima na bazi metalaksila + tirama + aminokiseline (Protifert, 0,6 l/100 kg sjemena) (F2).

Kao vezivo za oblaganje sjemena korišten je Sacrust (350g/100 kg sjemena) te glanc pigment s bojom (1% Sacrusta).

Sterilni kvarcni pijesak granulacije 0,5-2,5 mm korišten je kao supstrat za vegetacijski pokus. Tijekom vegetacije pokus je zalijevan četiri puta razrijeđenom hranjivom otopinom bez dušika. Soja je uzgajana u stakleniku do faze pune cvatnje. U cilju procjene simbiozne učinkovitosti, određivana su sljedeća svojstva: broj kvržica po biljci, masa suhe tvari kvržica po biljci, sadržaj dušika u biljci i stabljici (%) te koncentracija ureida u ksilemu ($\mu\text{mol g}^{-1}$).

Statistička analiza svih istraživanih svojstava provedena je analizom varijance (ANOVA) po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda. Statističkim pragom značajnosti navedene analize smatrala se pogreška od 5%. Sve analize provedene su uz pomoć statističkog programskog paketa SAS System for Win. Ver. 8.02 (SAS Inc.,1997).

REZULTATI

Primjena bakterizacije imala je značajan utjecaj na broj i masu kvržica dok su faktor tretiranja sjemena fungicidima te interakcije fungicid x bakterizacija, fungicid x Bioalgeen, fungicid x bakterizacija x Bioalgeen opravdane samo kod mase suhe tvari kvržica. Najniže vrijednosti za broj i masu suhe tvari kvržica zabilježene su kod varijanata tretiranih fungicidima uz dodatak aminokiselina (F2) koje su za masu suhe tvari bile signifikantno niže u odnosu na ostale tretmane (F0 i F1), Tablica 1. Primjena

S. Redžepović i sur.: Utjecaj biostimulatora rasta i fungicida za tretiranje sjemena soje na učinkovitosti simbiozne fiksacije dušika

Tablica 1. Erosijske vrijednosti za broj i masu suhe tvari kvržica, sadržaj N u biljci i stabljici, koncentraciju ureida i značajnost njihovih razlika

Table 1. Mean values of nodule number, nodule dry weight, total nitrogen content in aerial parts and stem, ureide concentration in xylem and significance of their differences

fungicid	Bioalgeen	Bakterizacija	Broj kvržica #	Masa suhe tvari (g) #	Sadržaj N u biljci (%) #	Sadržaj N u stabljici (%) #	Koncentracija ureida (μmol/g)
F0	BEZ	0	0,000	0,000	1,110	0,470	11,395
		D344	20,250	0,084	2,472	1,305	42,920
	prosjeck BEZ		10,125 ab	0,042 a	1,791 b	0,888 c	27,158 d
	SA	0	0,000	0,000	2,075	1,135	28,558
		D344	23,950	0,070	2,483	1,488	59,938
	Prosjeck SA		11,975 a	0,035 a	2,279 a	1,315 a	44,248 a
F1	BEZ	0	0,000	0,000	1,055	0,573	8,472
		D344	16,875	0,074	2,257	1,320	58,112
	prosjeck BEZ		8,438 ab	0,037 a	1,656 b	0,947 bc	33,292 c
	SA	0	0,000	0,000	2,240	0,740	12,725
		D344	19,075	0,086	2,657	1,428	58,805
	prosjeck SA		9,538 ab	0,043 a	2,449 a	1,084 b	35,765 bc
F2	BEZ	0	0,000	0,000	1,090	0,565	7,385
		D344	20,325	0,077	2,565	1,195	68,032
	prosjeck BEZ		10,163 ab	0,038 a	1,828 b	0,880 c	37,709 b
	SA	0	0,000	0,000	1,360	0,670	10,865
		D344	12,525	0,038	2,200	1,463	16,340
	prosjeck SA		6,263 b	0,019 b	1,780 b	1,053 b	13,603 e
Prosjeck F0 ukupno			11,05 a	0,039a	2,035a	1,102a	35,703a
Prosjeck F1 ukupno			8,988a	0,040a	2,053a	1,016ab	34,529a
Prosjeck F2 ukupno			8,213a	0,029b	1,804b	0,967b	25,656b
prosjeck BEZ ukupno			9,577 a	0,039 a	1,758 b	0,905 b	32,720 a
prosjeck SA ukupno			9,258 a	0,032 a	2,169 a	1,154 a	31,205 a
prosjeck 0 ukupno			0,000 b	0,000 b	1,488 b	0,692 b	13,233 b
prosjeck D344			18,836 a	0,071 a	2,439 a	1,366 a	50,691 a

prosjeci razina faktora praćeni različitim slovima razlikuju se značajno uz pogrešku $p < 0.05$

Bioalgeena-S90 nije uvjetovala značajne promjene u broju i masi suhe tvari kvržica. Kod interakcije fungicid x Bioalgeen, primjena Bioalgeena-S90 nije imala utjecaja na sposobnost nodulacije varijanata koje su netretirane fungicidima (F0) i tretirane fungicidima (F1), ali je dovela do značajnog sniženja mase suhe tvari kvržica kod

varijanata koje su tretirane fungicidima uz dodatak aminokiselina (F2). Značajna interakcija fungicid x bakterizacija potvrđena je time što bakterizirane varijante nakon tretiranja sjemena fungicidima imaju značajno manji broj kvržica po biljci u odnosu na netretirane varijante, dok se masa suhe tvari kvržica značajno snizila samo kod varijanata koje su tretirane fungicidima uz dodatak aminokiselina (F2). Primjena bakterizacije imala je značajan utjecaj na sadržaj ukupnog dušika u nadzemnom dijelu biljke i u stabljici kao i na koncentraciju ureida tj. bakterizirane varijante imale su značajno veći sadržaj N u biljci i stabljici te ureida u ksilemu od nebakteriziranih varijanata. Primjena Bioalgeena-S90 značajno je povišila sadržaj N u nadzemnom dijelu biljke i u stabljici dok na koncentraciju ureida nije imala značajan utjecaj (Tablica 1). Tretiranje sjemena fungicidima i aminokiselinama (F2) pokazalo se kao loša mjera jer je utvrđeno značajno sniženje koncentracije ureida te postotaka N u biljci i stabljici. Interakcija bakterizacija x Bioalgeen očituje se u koncentraciji ureida kod nebakteriziranih varijanata, značajno višom nakon primjene Bioalgeena-S90, ali kod bakteriziranih varijanata razlike nisu bile statistički opravdane. Primjena Bioalgeena-S90 na nebakteriziranim varijantama značajno je povišila sadržaj N u biljci i stabljici dok je povećanje kod bakteriziranih varijanata statistički opravdano kod sadržaja dušika u stabljici. Opravdan utjecaj interakcije fungicid x Bioalgeen očituje se po tome što netretirane varijante (F0) imaju značajno višu koncentraciju ureida u biljci nakon primjene Bioalgeena-S90 dok je primjena Bioalgeena-S90 na varijantama tretiranim fungicidima uz dodatak aminokiselina (F2) iskazala negativan učinak. Najniži sadržaj dušika u nadzemnom dijelu biljke i stabljike te ureida u ksilemu i kod nebakteriziranih i bakteriziranih varijanata utvrđen je nakon tretiranja sjemena fungicidima i to naročito kod tretiranja fungicidima uz dodatak aminokiselina (F2).

RASPRAVA

U odnosu na glavni cilj istraživanja proveden je vegetacijski pokus u stakleniku s namjerom da se dobiju odgovori na učinkovitije iskorištavanje simbiozne fiksacije dušika. Predsjetvena bakterizacija sjemena soje značajno je pozitivno utjecala na sva istraživana svojstva što su potvrdili i drugi autori u poljskim pokusima (Redžepović i sur. 1990; 1991; 2006; Sikora i Redžepović, 2000). Primjena Bioalgeena-S90 nije uvjetovala značajnije promjene u broju kvržica, masi suhe tvari kvržica i koncentraciji ureida u ksilemu, ali je značajno utjecala na povećanje sadržaja N u cijeloj biljci i stabljici. Na temelju ovih rezultata za pretpostaviti je da bi primjena Bioalgeena-S90 mogla djelovati na povećan prinos sjemena soje kao i sadržaj proteina u zrnu.

Navedena istraživanja pokazuju kako primjena istraživanih fungicida i predsjetvena bakterizacija soje nisu kompatibilne mjere zbog značajne interakcije fungicid x bakterizacija. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da bakterizirane varijante nakon tretiranja sjemena fungicidima imaju manji broj kvržica po biljci u odnosu na netretirane varijante dok se masa suhe tvari kvržica značajno snizila kod varijanata koje su tretirane fungicidima uz dodatak aminokiselina (F2). Tretiranje sjemena fungicidima

i aminokiselinama (F2) pokazalo se kao loša mjera jer je negativno djelovao na simbioznu učinkovitost sniženjem koncentracije ureida u ksilemu te postotaka N u biljci i stabljici. Iako se preparat Protifert reklamira kao proizvod za poboljšanje nicanja sjemena i ukorjenjavanja biljke, nejasan je uzrok smanjenja mase suhe tvari kvržica nakon njegove primjene. Jedan od razloga je činjenica da se Protifert navodi kao preparat za primjenu kao samostalno sredstvo bez kombinacije s fungicidima. Stoga se istraživanja o kompatibilnosti primjene predstjetvenog tretiranja sjemena fungicidima i bakterizacije sjemena soje trebaju nastaviti u uvjetima staklenika. Dobiveni rezultati o utjecaju fungicida na simbiozne fiksatore dušika mogu biti upozorenje proizvođačima soje, a problem se može riješiti pojačanom bakterizacijom sjemena tako da se u slučaju primjene fungicida koriste 1,5-2 doze cjepiva za bakterizaciju na 100 kg sjemena soje. Ovaj broj živih stanica simbioznih fiksatora dušika sasvim sigurno će osigurati kvalitetno formiranje kvržica na korijenu soje i tako omogućiti učinkovito vezanje atmosferskog dušika.

ZAKLJUČCI

Istraživanja ove vrste trebala bi se nastaviti primjenom poljskih pokusa prvenstveno u pogledu primjene predstjetvene bakterizacije i biostimulatora rasta koji su u ovim istraživanjima imali pozitivan učinak na istraživana svojstva. Poljski pokusi postavili bi se na različitim pedosistemskim jedinicama uz primjenu različitih autohtonih sojeva *B.japonicum* i sortimenta soje. Iskustva dobivena iz poljskih pokusa bila bi smjernica za ekonomičniju proizvodnju soje uz minimalna ulaganja u pogledu mineralne dušične gnojidbe. Ova istraživanja ukazuju na mogućnost upotrebe Bioalgeena-S90 za kvalitetniju proizvodnju sjemena soje kao i za merkantilnu proizvodnju soje.

EFFECT OF GROWTH BIOSTIMULATORS AND SOYBEAN SEED TREATMENTS WITH FUNGICIDES ON SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION EFFICIENCY

SUMMARY

The main aim of this study was to evaluate the effect of rhizobial inoculation, treatment of soybean seed with fungicides and application of Bioalgeen-S90 as a growth biostimulator on nodulation and symbiotic nitrogen fixation efficiency. The pot experiment was conducted in 2004 in a randomized complete block design in four replicates with a three factorial arrangement of treatments. The positive effect of rhizobial inoculation on nodule number, nodule dry weight, total nitrogen content in soybean aerial parts and stem, ureide concentration in xylem was determined. Foliar application of Bioalgeen-S90 significantly increased nitrogen content in soybean aerial

parts and stem but on nodule number, nodule dry weight and ureide concentration in xylem the influence was not determined. Significantly lower nodule dry weight, total nitrogen content in soybean aerial parts and stem, ureide concentration in xylem were determined in pots with fungicide and amino acid treatments.

Key words: symbiotic nitrogen fixation, soybean, rhizobial inoculation, growth biostimulators, fungicide for soybean seed treatment

LITERATURA

1. Čolo, J. (1990): Utjecaj nekih pesticida na razvoj simbioznih azotofiksatora. Zbornik radova II Jugoslavenski simpozij mikrobne ekologije, Zagreb, 16-19.10.1990.
2. Darlington, A., Vishnevetskiiaia, K., Blake, B.J. (1996): Growth enhancement and anti transpirant activity following seed treatment with derivate of 5-hydroxy benzimidazole (Ambiol) in four drought-stressed agricultural species. *Plant Physiology*, 96, pp. 217-222.
3. Dudeja, S.S., Kamlesh, K. (2000): Plant growth regulators and nodulation in legume-root nodule bacterium symbiosis. *Advances in Plant Physiology*, 3, pp.179-190.
4. Galli-Terasawa, L.V., Gluienke-Blanco, C., Hungria, M.; (2003): Diversity of a soybean rhizobial population adapted to a Cerrads soil. *World J. Microbiol.Biotechnol.* 19, pp.933-939.
5. Giongo, A., Ambrosini, A., Vargas, L.K., Freire, J. R.J., Bodanese-Zanettini, M.H., Passaglia, L.M.P. (2008): Evaluation of genetic diversity of bradyrhizobia strains nodulating soybean (*Glycine max (L.)Merrill*) isolated from South Brazilian fields. *Applied Soil Ecology*, 38, pp. 261-269.
6. Harper, J. E. (1999): Nitrogen fixation – limitations and potentials. World soybean research Conference VI – Proceedings, pp. 235.
7. Lynch, D.H. and Smith, D.L. (1993): Early seedling and seasonal N₂ fixing symbiotic activity of two soybean (*Glycine max (L.Merr.)*) cultivars inoculated with *Bradyrhizobium* strains of diverse origin. *Plant and Soil*, 157, pp. 289-303.
8. Redžepović, S., Varga, B., Sikora, S., Heneberg, R. (1990): Utjecaj tretiranja sjemena mikroelementima i različitim sojevima *Bradyrhizobium japonicum* na prinos zrna soje. *Znanstvena praksa u poljoprivrednoj tehnologiji*, 20, pp. 41-47.
9. Redžepović, S., Sikora, S., Sertić, Đ., Manitašević, J., Šoškić, M., Klaić, Ž. (1991): Utjecaj fungicida i gnojidbe mineralnim dušikom na bakterizaciju i prinos soje. *Znanstvena praksa u poljoprivrednoj tehnologiji*, 21, pp. 43-49.
10. Redžepović, S., Sikora, S., Manitašević, J., Poljak, M., Bradić, M. (1999): Utjecaj tretiranja sjemena soje pesticidima i biostimulatorima rasta na simbioznu fiksaciju dušika. Zbornik sažetaka XXXV Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem; Opatija, 22 – 25. veljače 1999., pp. 177.
11. Redžepović, S., Čolo, J., Blažinkov, M., Poljak, M., Pecina, M., Sikora, S., Šeput, M. (2006): Effect of Inoculation and Growth Regulator on Soybean Yield and Photosynthetic Pigments Content. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71 (3), pp. 75-80.
12. SAS Institute 1997. SAS/STAT user's guide. SAS, Cary, N.C
13. Sikora S., Redžepović S. (2000): Identifikacija autohtonih sojeva *Bradyrhizobium japonicum* izoliranih iz različitih tipova tala zapadne Slavonije, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 65 (4), pp. 229-236.
14. Sikora, S., Redžepović, S., Bradić, M. (2002): Genomic fingerprinting of *Bradyrhizobium japonicum* isolates by RAPD and rep-PCR. *Microbiological Research*, 157 (3), pp. 157-160
15. Sikora, S., Redžepović, S. (2003): Genotypic characterization of indigenous soybean rhizobia by PCR-RFLP of 16S rDNA, rep-PCR, rep-PCR and RAPD analysis. *Food Technol. Biotechnol.* 41 (1), pp. 61-67.
16. Šoškić, M., Manitašević, J., Jakovljević, M., Redžepović, S., Sikora, S. (1991): Utjecaj imazaquina na fotosintetske pigmente i nodulaciju soje. *Znan.Prak.Poljopr. Tehnol.*, 21, pp.71-77.

S. Redžepović i sur.: Utjecaj biostimulatora rasta i fungicida za tretiranje sjemena soje na učinkovitosti simbiozne fiksacije dušika

17. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000): Soja. Poljoprivredni institut Osijek. Osijek.
18. Vratarić, M., Sudarić, A., Duvnjak, T., Jurković, D., Culek, M., (1997): Efficiency of some fungicides in control of principal soybean diseases. Eurosoya, 11, pp. 47-53.
19. Vratarić, M., Sudarić, A., Jurković, D., Culek, M., Duvnjak, T. (2002): Djelotvornost primjenjenih fungicida na sjemenu I folijarno u suzbijanju glavnih bolesti soje. Sjemenarstvo, 19 (1-2), pp. 33-48.

Adresa autora – Author’s address:

Prof. dr. sc. Sulejman Redžepović
Dr. sc. Mihaela Blažinkov
Prof.dr. sc Sanja Sikora
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za mikrobiologiju
Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb

Primljeno – Received:

02. 12. 2007.

Doc. dr. sc. Josip Čolo
Poljoprivredno prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Zmaja od Bosne 5, Sarajevo, BiH

Prof. dr. sc. Marija Pecina
Agronomski fakultet Sveučilišta u zagrebu
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje
Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb

Dr.sc. Lejla Duraković
Prehrambeno biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za biokemijsko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb