

**UTJECAJ BAKTERIZACIJE NA GOSPODARSKA SVOJSTVA  
NOVIH KULTIVARA OZIMOG GRAŠKA**O. FRIŠČIĆ<sup>1</sup>, D. UHER<sup>2</sup>, Karmen ABRAMOVIĆ-FRIŠČIĆ<sup>1</sup><sup>1</sup>Podravsko gospodarstvo d.o.o. Koprivnica<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
Faculty of Agriculture University of Zagreb**SAŽETAK**

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj bakterizacije sjemena graška s dva soja *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* na broj i masu kvržica na korijenu graška te prinos i kvalitetu kultivara ozimog graška Maksimirski rani i Ozimi šampion u smjesi sa sortom ozime pšenice Sana. Istraživanje je provedeno u vegetacijskoj godini 2009/2010. na pokušalištu Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu gdje je izvršena bakterizacija sjemena graška sa sojevima *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 kao referentnim i autohtonim sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26.

Primjenom bakterizacije oba kultivara dala su bolje rezultate (broj kvržica, broj mahuna, masu 1000 zrna, masu zrna po biljci, sadržaj sirovih bjelančevina, prinos zrna, masu suhe tvari) u odnosu na kontrolnu varijantu. Maksimirski rani dao je bolje rezultate bakterizacijom sa sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001, a kultivar Ozimi šampion sa sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26. Ozimi šampion bakteriziran sa sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 imao je najveći broj kvržica na korijenu (43), masu suhe tvari kvržica (0,21 g) i masu zrna po biljci (6,7 g), masu 1000 zrna (149 g), najveći sadržaj sirovih bjelančevina u zrnu (260 g/kg) te najveći prinos zrna (3.082 kg/ha) kao i prinos sirovih bjelančevina (802 kg/ha). Kultivar Maksimirski rani bakteriziran sa sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 1001 imao je najveći broj mahuna (17) i najveći broj zrna po biljci (52).

Istraživanjem je potvrđena važnost kompatibilnosti soja za predstjenu bakterizaciju i kultivara graška u poljskim uvjetima. Izbor odgovarajućeg soja za određeni kultivar može značajno povećati prinos i kvalitetu uzgajanja kultivara ozimog graška.

Ključne riječi: ozimi grašak, bakterizacija, prinos, kvaliteta

## UVOD

Dosadašnji koncept poljoprivredne proizvodnje (visoka ulaganja kapitala i visoki prinosi) izazvao je brojne štetne učinke u smislu degradacije tla i njegove kontaminacije, te povećao ekološke rizike vezane uz zagađenje podzemnih voda i eutrofikaciju otvorenih vodotoka. Stvoreni su na prvi pogled nepomirljivi zahtjevi između ekonomske i ekološke djelotvornosti poljoprivrede. Budući da je svjetska populacija stanovništva u porastu procjenjuje se da je današnji naraštaj pred zadaćom da za podmirenje potreba hrane na zatečenoj razini opskrbe u idućih 50 godina proizvede hrane u količini ravnoj onoj proizvedenoj u proteklih 8.000 godina povijesti čovječanstva. Tu zadaću nije moguće ispuniti bez ozbiljnog povećanja produkcije po jedinici proizvodne površine jer su mogućnosti povećanja površina jako ograničene. Na nekim kontinentima praktički i ne postoje, a na drugima bi možebitne promjene u tom smjeru (krčenje prašuma) mogle prouzročiti ozbiljnije globalne promjene ekološke ravnoteže. Zbog toga suvremeni razvitak teži konceptu koji je definiran terminom održiva poljoprivreda koja se već označava kao četvrta poljoprivredna revolucija, a koja kao temeljnu značajku uključuje nekoliko još uvijek nestandardiziranih i nedovoljno egzaktno definiranih postupaka u uzgoju bilja kao što je održivo gospodarenje tлом, održivi sustav ishrane bilja i integralna zaštita bilja.

Gospodarski oporavak i razvitak Hrvatska kani temeljiti na suvremenom konceptu održivog razvitka čiju osnovu čine poljoprivreda i turizam kao gospodarske grane koje se oslanjaju na obnovljive prirodne resurse. Za takvu orijentaciju potrebite su promjene usmjerene spram zaštite prirodnih resursa izuzetno značajnih za poljoprivredu, ponajprije tlo i vodu. Povećanje prinosa po jedinici površine odnosno produkcije po jedinici kapaciteta kao preduvjet zahtijeva primjenu modernih, korigiranih rješenja u uzgoju bilja. Uspješni inputi dušika kroz biološku fiksaciju u poljoprivrednoj praksi vode ka ekonomski opravdanoj i ekološki prihvatljivoj poljoprivrednoj proizvodnji. Simbiozna fiksacija molekularnog dušika u potpunosti udovoljava glavnim zahtjevima gospodarenja tлом kao što su produktivnost, sigurnost, zaštita prirodnih resursa, ekonomičnost i socijalna prihvatljivost sistema.

Biološkom fiksacijom dušika na globalnoj razini osigurava se  $175 \times 10^6$  tona dušika, što iznosi preko 70% ukupno fiksiranog dušika na Zemlji svake godine. Od ove ukupne količine, na simbioznu fiksaciju s leguminozama otpada  $80 \times 10^6$  tona dušika godišnje.

Za poljoprivrednu proizvodnju vrlo je značajna simbioza kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium* i mahunarki čime se biološki veže atmosferski dušik koji se odmah koristi za sintezu bjelančevina i na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima koja se inače javljaju kod intenzivne primjene mineralnih dušičnih gnojiva. Biološkom fiksacijom u nekim se slučajevima može potpuno izostaviti, a u većini slučajeva značajno smanjiti

primjena mineralnih dušičnih gnojiva. U posljednjih 20 godina posebna pažnja je usmjerena na selekciju učinkovitih sojeva bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* iznalaženju najkvalitetnije simbiozne zajednice s kultivarima ozimog graška kako bi se maksimalno iskoristio prirodni proces simbiozne fiksacije dušika i povećala proizvodnja bjelančevina u nadzemnoj masi te zrnu ozimog graška. Na taj se način povećava i opskrbljenost tla preostalim količinama biološkog dušika nakon žetve ozimog graška za zrno koje mogu koristiti naredni usjevi u plodoredu.

Cilj provedenih istraživanja bio je utvrditi utjecaj bakterizacije sjemena graška sojevima *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 i KŽ 26 na gospodarska svojstva kultivara ozimog graška cv. Maksimirski rani i Ozimi šampion sa svrhom mogućnosti davanja preporuke pogodnijeg soja bakterije za istraživane kultivare.

## MATERIJAL I METODE

Poljski je pokus bio postavljen u Maksimiru na pokušalištu Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta u Zagrebu tijekom vegetacije godine 2009./2010. Tlo pokušališta je aluvijalno – koluvijalno smeđe razvijeno na aluviju. Karakterizira ga nekarbonatni površinski horizont P, dubine 0-20 cm i potpovršinski horizont (B), dubine 20-60 cm.

Prema mehaničkom sastavu tlo je homogene stratigrafske građe, a prema teksturnoj oznaci praškasta ilovača. Karakterističan je visok sadržaj frakcije praha u površinskom horizontu (68,2 %), zbog čega je tlo sklono formiranju pokorice. Prema fizikalnim svojstvima tlo je u površinskom horizontu P malo porozno (41,4 % vol) i srednjeg kapaciteta za vodu (36,8 % vol). Potpovršinski horizont (B) malo je porozan (41,5 % vol) i malog kapaciteta tla za vodu (33,6 % vol). Reakcija tla je neutralna, pH u nKCl iznosi 7,0. Tlo je slabo humozno i sadrži svega 1,8 % humusa. Na osnovi sadržaja ukupnog dušika tlo je dobro opskrbljeno dušikom (0,14 %). Osrednje do dobro opskrbljeno je fosforom i kalijem. U oraničnom sloju ima 35,7 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 18,6 mg K<sub>2</sub>O / 100 g tla.

Podaci najvažnijih meteoroloških pokazatelja tijekom razdoblja vegetacije graška u usporedbi s višegodišnjim prosjekom (1971-2010.) prikazani su u Tablici 1.

Prema Langovom kišnom faktoru koji na temelju višegodišnjih prosjeka za razdoblje od 1971. do 2010. iznosi 78,5, područje Zagreba ima semihumidnu klimu. Srednja godišnja temperatura zraka za navedeno razdoblje iznosi 10,7 °C što ovo područje svrstava u umjereno toplu klimatsku zonu. Takva klima pogoduje uzgoju smjese ozimog krmnog graška i pšenice.

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 1. Klimatski pokazatelji za Zagreb – Maksimir po mjesecima vegetacije 2009/2010. i višegodišnji prosjeci za razdoblje od 1971 - 2000.**

*Table 1 Climatic data through vegetation 2009/2010 and multiannual average 1971/2000*

Klimatski pokazatelji	2009.			2010.						
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Oborine u mm <i>Rainfall mm</i>	66,8	88,0	79,2	84,1	67,3	45,7	63,3	97,5	103	44,7
Srednja temperatura zraka u °C <i>Mean temp. °C</i>	11,7	8,0	2,8	-0,4	2,3	6,8	12,0	16,6	20,4	23,2
Toplinska oznaka <i>Thermal indication</i>	ut	uhl	hl	n	hl	uhl	ut	t	v	v
Gračaninov mjesečni kišni faktor <i>Month rain factor</i>	5,7	11,0	28,3	210	29,3	6,7	5,3	5,9	5,1	1,9
Humidnost <i>Humidity</i>	sh	h	ph	ph	ph	H	sh	sh	sh	a
1971. – 2000.										
Oborine u mm <i>Rainfall mm</i>	82,9	80,1	59,6	43,2	38,9	52,6	59,3	72,6	95,3	77,4
Srednja temperatura zraka u °C <i>Mean temp. °C</i>	10,5	5,0	1,4	0,3	2,3	6,4	10,7	15,8	18,8	20,6
Toplinska oznaka <i>Thermal indication</i>	ut	uhl	hl	n	hl	uhl	ut	t	t	v
Gračaninov mjesečni kišni faktor <i>Month rain factor</i>	7,9	16,0	42,6	144	16,9	8,2	5,5	4,6	5,1	3,8
Humidnost <i>Humidity</i>	h	ph	ph	ph	ph	h	sh	sa	sh	sa
Langov kišni faktor/humidnost <i>Lang's humidity factor</i>	78,5 / sh									

Oznake - *Marks*: n - nivalan , hl - hladan, uhl - umjereno hladan, ut - umjereno topao,  
t - topao, v - vruć  
a – aridan, sa – semiaridan, sh – semihumidan, h – humidan  
ph – perhumidan

Izvor - Source: DHMZ

Tijekom istraživanja u razdoblju vegetacije ozimog krmnog graška palo je ukupno 740 mm oborina što je za 78 mm više u odnosu na višegodišnji prosjeka, dok je srednja temperatura zraka iznosila 10,3 stupnja i bila je viša za 1,1 °C u odnosu na višegodišnji prosjek.

Od materijala u istraživanjima su korišteni kultivari ozimog krmnog graška Maksimirski rani i Ozimi šampion, kultivar pšenice Sana te sojevi *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 i KŽ 26.

Ozimi grašak Maksimirski rani visokog je rasta, nedeterminiranog vrha, naraste 150 cm i više. Grana u zoni cvata. Cvate bijelo, krupnim cvjetovima s 2-3 cvijeta na grani. Mahuna i sjeme sitniji su od ostalih kultivara. Masa 1000 zrna iznosi od 101 do 126 g. Zrno je svjetlo s vrlo svjetlo sivom nijansom, vrlo ujednačeno, okruglo, bijelog hiluma. Čitava biljka je tamno zelene boje prekrivena maškom, tanje je stabljike, listovi su s tri para liski, a završavaju viticom.

Ozimi šampion je sorta ozimog graška visokog rasta. Može narasti od 150 do 200 cm. Otporan je na niske temperature. Ima bijele cvjetove. Masa 1000 zrna mu je nešto veća nego kod Maksimirskog ozimog i kreće se od 150 do 170 g. Koristi se kao zelena masa, silaža i suho zrno.

Sorta pšenice Sana na Sortnoj listi Republike Hrvatske još je od 1983. godine. To je bijela golica s 18 do 22 klasića u klasu i 3 do 4 zrna u klasiću. Srednje je rani kultivar. Polupatuljastog je tipa rasta, visoka je od 80 do 85 cm, vrlo dobre otpornosti na polijeganje i niske temperature. Ima genetsku otpornost na pepelnicu (*Erysiphe graminis*), lisnu hrđu i crnu hrđu (*Puccinia graminis*). Sana ima visoki genetski potencijal rodnosti. Prilagođena je tehnologiji intenzivne proizvodnje (spada u kvalitetnu skupinu B2 i kvalitetni razred II). Ima vrlo dobru sposobnost prilagođavanja različitim agroekološkim uvjetima pa i u smjesama s ozimim mahunarkama kao nosač. Optimalan rok sjetve za Sanu je od 10 - 25. listopada, a norma sjetve 600 do 700 kljavih zrna/m<sup>2</sup> u čistoj kulturi. Masa 1000 sjemenki je 45 do 49 g (prosječno oko 47 g), a hektolitarska masa iznosi 76 do 80 kg.

Za predstjetvenu bakterizaciju sjemena novih kultivara ozimog graška korišteni su sojevi *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 i *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Soj *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 je referentni soj koji je dobiven iz Velike Britanije (IGER Collection) dok je *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 autohtoni soj koji je izoliran sa područja Koprivničko – Križevačke županije. Oba soja su genetski karakterizirana a njihova simbiozna učinkovitost provjerena je u vegetacijskom pokusu u stakleniku na kultivaru Maksimirski rani. U uvjetima staklenika *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 daje značajno više prinose zelene mase i suhe tvari te sadržaja ukupnog dušika u nadzemnom dijelu biljke te se smatra potencijalno visoko učinkovitim sojem. Referentni soj 1001 je u uvjetima staklenika s kultivarom Maksimirski ozimi ostvario značajno niže prinose zelene mase i suhe tvari.

Poljski pokus je postavljen slučajnim bloknom rasporedom u četiri ponavljanja. Faktori istraživanja bili su novi kultivari ozimog graška (cv. Maksimirski rani i cv. Ozimi šampion) u smjesi sa pšenicom cv. Sana te predstjetvena bakterizacija sjemena sojevima *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 i *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26.

Osnovna obrada tla obavljena je oranjem na 30 cm dubine. Predsjetvena priprema obavljena je sjetvospremačem. Osnovna gnojidba bila je s 500 kg/ha NPK 8:26:26, tj. 40 kg/ha N, 130 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 130 kg/ha K<sub>2</sub>O. Sjetva je izvršena sijačicom za pokuse na međuredni razmak 12 cm. Norma sjetve bila je 50 zrna/m<sup>2</sup> ozimog graška te 200 zrna/m<sup>2</sup> pšenice.

Za svaku varijantu pokusa utvrđivan je broj kvržica po biljci graška, masa suhe tvari kvržica, broj mahuna po biljci, broj zrna po biljci, masa 1000 zrna, masa zrna po biljci graška, prinos zrna, sadržaj sirovih bjelančevina u zrnu, te prinos sirovih bjelančevina.

Ukupni broj kvržica po biljci utvrđivan je na 5 biljaka u punoj cvatnji graška. Uzorci biljaka graška su bili izvađeni iz tla do dubine od 30 cm na svakoj varijanti. Zatim je korijen sa zemljom natopljen u vodu kako bi se zemlja isprala, a ostao čisti korijen s kvržicama. Kvržice su odvajane i brojane. Masa suhe tvari kvržica određivana je stavljanjem odvojenih kvržica na sušenje u termostat na 105 °C do konstantne težine te vaganjem. Na osnovu 10 biljaka uzetih prije žetve iz svake varijante utvrđene su komponente prinosa; broj mahuna po biljci, broj zrna po biljci i masa zrna po biljci.

Žetva je obavljena 13. 07. 2010. godine. Nakon žetve odvojena su zrna graška od pšenice nakon čega je određen prinos, masa 1000 zrna i prinos sirovih bjelančevina.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

### **Broj kvržica**

Utjecaj kultivara i bakterizacije na ukupan broj kvržica na korijenu graška prikazuje Tablica 2.

Istraživanje je pokazalo da su se kultivari, nezavisno od bakterizacije, značajno razlikovali u formiranom broju kvržica na korijenu ( $P < 0,01$ ). Bakterizacija sjemena graška u usporedbi s nebakteriziranom varijantom značajno je povećala broj kvržica ( $P < 0,05$ ), dok među sojevima nije bilo razlika u broj kvržica. Opravdane razlike ustanovljene su i u broju kvržica pod utjecajem istraživanih kombinacija ( $P < 0,05$ ). Na korijenu kultivara Ozimi šampion formiran je veći broj kvržica nego na korijenu kultivara Maksimirski rani. Istraživani sojevi nisu se statistički opravdano međusobno razlikovali u formiranom broju kvržica. Utjecaj zajedničkog djelovanja istraživanih faktora na broj kvržica pokazuje stvaranje manjeg broja kvržica kod oba kultivara na nebakteriziranoj varijanti. Bakterizirane varijante različito su reagirale ovisno o kultivaru. Najveći broj kvržica zabilježen je na korijenu graška kultivara Ozimi šampion čije je sjeme bakterizirano sojem KŽ 26 te kultivara Maksimirski rani čije je sjeme bakterizirano sojem 1001. Dobiveni podaci slični su istraživanjima koja je provela

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 2. Broj kvržica po biljci**  
*Table 2 Number of nodules per plant*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjek - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola <i>Control</i>	26 <sup>d</sup>	31 <sup>cd</sup>	28,5 <sup>b</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	40 <sup>ab</sup>	36 <sup>bc</sup>	38,0 <sup>a</sup>
Soj KŽ 26 – <i>Strain</i> KŽ 26	38 <sup>ab</sup>	43 <sup>a</sup>	40,5 <sup>a</sup>
Prosjek - <i>Mean</i>	34,7 <sup>a</sup>	36,7 <sup>b</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			2,3
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			5,5
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			**
Soj – <i>Strain</i>			*
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01 – *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite

*Average values marked with same letter are not significantly different*

Jarak (1989) i utvrdila od 16 do 44 kvržice po jednoj biljci. Peenstra (1980) je kod različitih sojeva *R. leguminosarum* na istoj sorti graška utvrdio od 16 do 59 kvržica po biljci graška, Nutman (1976) od 13 do 85 kvržica, a Lie (1981), također zavisno od soja 16 do 68. Winarno (1979) je zabilježio broj kvržica u većem rasponu i to od 14 do 100 kvržica, a znatno veći broj kvržica sa sojevima *R. leguminosarum* u svojim istraživanjima utvrdio je Lie (1969) i to u rasponu od 90 do 170 kvržica po biljci, zatim Sprent (1976) od 78 do 111 kvržica. Rezultati provedenih istraživanju slažu se s rezultatima Uhera i sur. (2010) gdje je dobiven signifikantno veći broj kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante u odnosu na kontrolnu varijantu te Uhera i sur. (2006 abc, 2008, 2009) koji su utvrdili veći broj kvržica po biljci bakteriziranim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 1001 u odnosu na ostale sojeve.

### Masa suhe tvari kvržica

Masa suhe tvari kvržica neovisno od bakterizacije značajno se razlikovala između dva istraživana kultivara ( $P < 0,01$ ). Masa suhe tvari kvržica kultivara Ozimi šampion bila je veća u odnosu na kultivar Maksimirski rani. Kao i u broju kvržica bakterizacija sjemena u usporedbi s nebakteriziranom varijantom rezultirala je većom masom suhe tvari kvržica, dok se sojevi međusobno nisu razlikovali (Tablica 3).

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 3. Mase suhe tvari kvržica (g/biljci)**

*Table 3 Dry mater nodules weight (g/plant)*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjek - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola <i>Control</i>	0,161 <sup>d</sup>	0,168 <sup>d</sup>	0,165 <sup>b</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	0,201 <sup>ab</sup>	0,192 <sup>bc</sup>	0,197 <sup>a</sup>
Soj KŽ – <i>Strain</i> 26	0,185 <sup>c</sup>	0,211 <sup>a</sup>	0,198 <sup>a</sup>
Prosjek - <i>Mean</i>	0,182 <sup>b</sup>	0,190 <sup>a</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			0,005
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			0,014
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			**
Soj – <i>Strain</i>			*
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01 – *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite  
*Average values marked with same letter are not significantly different*

Između istraživanih kombinacija također su utvrđene statistički značajne razlike ( $P < 0,05$ ). Najnižu masu suhe tvari kvržica oba kultivara imala su na kontrolnim varijantama, dok je najviša zabilježena na korijenu kultivara Ozimi šampion čije je sjeme prije sjetve bakterizirano sojem KŽ 26. Rezultati istraživanja su u skladu rezultatima istraživanja Uhera i sur.; 1998, 2004, 2009, 2010. Pri istovremenom ispitivanju predstetvene bakterizacije i različite količine dodanog dušika na masu suhe tvari kvržica na dva tipa tla (ritska crnica i livadski černo zem lesivirani), Brkić i sur. (2004) su utvrdili najveću masu suhe tvari kvržica na korijenu jarog graška (cv. Sobel) na kontrolnoj varijanti (varijanta bez bakterizacije sjemena sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*) sve do povećanja količine dušika u gnojdbi od 80 kg ha<sup>-1</sup>.

### Broj mahuna po biljci

Istraživani kultivari graška međusobno su se razlikovali po broju mahuna po biljci ( $P < 0,05$ ) (Tablica 4). Kultivar Maksimirski rani razvio je veći broj mahuna u odnosu na kultivar Ozimi šampion. Bakterizacija sjemena graška dovela je do stvaranja većeg broja mahuna u odnosu na nebakteriziranu varijantu ( $P < 0,01$ ). Među istraživanim sojevima broj mahuna se nije značajno razlikovao. Broj mahuna po biljci bio je i pod utjecajem interakcije kultivara i soja ( $P < 0,05$ ). Značajno veći broj mahuna zabilježen je pri kombinacijama Maksimirski rani x 1001 i Maksimirski rani x KŽ 26 (16). Uher i



Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

sur. (2010) su u dvogodišnjem istraživanju na kultivaru Maksimirski rani također utvrdili veći broj mahuna na u odnosu na nebakteriziranu varijantu.

**Tablica 4. Broj mahuna po biljci**  
*Table 4 Number of pods per pea plant*

Varijanta - Variant	Kultivar - Cultivar		Prosjeck - Mean
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - Control	14 <sup>bc</sup>	12 <sup>c</sup>	13 <sup>b</sup>
Soj – Strain 1001	17 <sup>a</sup>	13 <sup>c</sup>	15 <sup>a</sup>
Soj KŽ – Strain 26	16 <sup>ab</sup>	14 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>
Prosjeck - Mean	15,7 <sup>a</sup>	13,0 <sup>b</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			1,6
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			2,7
			Signifikantnost
Kultivar - Cultivar			*
Soj – Strain			**
Kultivar x soj	Cultivar x Strain		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01 – *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite  
*Average values marked with same letter are not significantly different*

### Broj zrna po biljci

Interakcijsko djelovanje kultivara i soja na broj zrna po biljci prikazano je u Tablici 5. Utvrđene su statistički značajne razlike između određenih kombinacija ( $P < 0,05$ ). Najveći broj zrna utvrđen je kod kultivara Maksimirski rani bakteriziranim sojem 1001 dok je najmanji imala kontrolna varijanta u kombinaciji s kultivarom Ozimi Šampion. Promatrajući kultivare nezavisno o soju može se vidjeti statistički opravdana razlika među njima u formiranju broja zrna po biljci ( $P < 0,05$ ). Veći broj zrna po biljci graška imao je kultivar Maksimirski rani. Sojevi se nisu značajno razlikovali međutim znatno manji broj zrna graška zabilježen je na kontrolnoj varijanti u odnosu na bakterizirane varijante ( $P < 0,01$ ).

Dobivanje većeg broja zrna na bakteriziranoj u odnosu na nebakteriziranu varijantu utvrdili su mnogi autori a to su potvrdila i najnovija istraživanja Uher-a i sur. (2010) koji su provodeći dvogodišnja istraživanja u prvoj godini istraživanja zabilježili na varijanti bakteriziranoj sa R. leguminosarum 1001 i kultivara Maksimirski rani 60, a na nebakteriziranoj 55 zrna.

U drugoj godini bakterizirana varijanta je formirala 55, a kontrolna varijanta 52 zrna graška po biljci.

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 5. Broj zrna po biljci**  
*Table 5 Number of seeds per plant*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjeck - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - <i>Control</i>	45 <sup>bc</sup>	39 <sup>d</sup>	42 <sup>b</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	52 <sup>a</sup>	42 <sup>cd</sup>	47 <sup>a</sup>
Soj KŽ – <i>Strain</i> 26	49 <sup>ab</sup>	45 <sup>bc</sup>	47 <sup>a</sup>
Prosjeck - <i>Mean</i>	48,7 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			2,5
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			4,2
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			*
Soj – <i>Strain</i>			**
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01– *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite  
*Average values marked with same letter are not significantly different*

### Masa 1000 zrna

Ispitivani kultivari graška međusobno su se razlikovali u masi 1000 zrna (Tablica 6). Ozimi Šampion imao je značajno veću masu 1000 zrna u odnosu na kultivar Maksimirski rani ( $P < 0,01$ ).

Na nebakteriziranoj varijanti utvrđena je statistički opravdano manja masa zrna u usporedbi s masom bakteriziranih varijanti ispitivanim sojevima ( $P < 0,01$ ) koji se nisu međusobno razlikovali.

Interakcijsko djelovanje istraživanih kultivara i sojeva pokazalo je značajnu razliku među pojedinim kombinacijama ( $P < 0,05$ ).

Najveću masu 1000 zrna imao je kultivar Ozimi šampion bakteriziran sa sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26, a najmanju kontrolna varijanta kultivara Maksimirski rani.

Dobiveni rezultati u skladu su s dvogodišnjim rezultatima Uhera i sur. (2010). U prvoj godini istraživanja bakterizirana varijanta kultivara Maksimirski rani imala je masu 1000 zrna graška 132 g na bakteriziranoj varijanti, a 125 g na kontrolnoj varijanti. U drugoj godini istraživanja na bakteriziranoj varijanti zabilježena je masa zrna od 128 g, a na kontrolnoj 121 g.

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 6. Masa 1000 zrna (g)**

*Table 6 1000 seeds weight (g)*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjeck - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - <i>Control</i>	111 <sup>c</sup>	131 <sup>b</sup>	121,0 <sup>b</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	121 <sup>c</sup>	142 <sup>a</sup>	131,5 <sup>a</sup>
Soj KŽ – <i>Strain</i> 26	118 <sup>c</sup>	149 <sup>a</sup>	133,5 <sup>a</sup>
Prosjeck - <i>Mean</i>	116,7 <sup>b</sup>	140,7 <sup>a</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			5,1
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			8,8
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			**
Soj – <i>Strain</i>			**
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01 – *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite

*Average values marked with same letter are not significantly different*

### Masa zrna po biljci

Masa zrna po biljci graška prikazana je u Tablici 7, a dobivena je analizama mase zrna 10 biljaka u svakom ponavljanju.

Prosjeck bakteriziranih varijanti nije se značajno razlikovao, ali je kontrolna varijanta imala znatno manju masu zrna u odnosu na bakterizirane ( $P < 0,05$ ).

Kltivar Ozimi šampion imao je veću masu zrna po biljci u odnosu na kultivar Maksimirski rani ( $P < 0,01$ ). Opravdano je bilo i interakcijsko djelovanje istraživanih faktora ( $P < 0,05$ ).

Najveću masu zrna po biljci graška postigao je kultivar Ozimi Šampion bakteriziran sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 (6,7 g), a najmanju masu zrna imale su kontrolne varijante oba kultivara.

Uher i sur. (2010) su također dobili veću masu zrna graška na bakteriziranoj varijanti u odnosu na nebakteriziranu. Vrijednosti za masu zrna su se kretale od 7,93 g na bakteriziranoj varijanti do 6,88 g na kontrolnoj varijanti u jednoj godini, a od 7,64 g do 6,29 g u drugoj godini.

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 7. Masa zrna graška po biljci**

*Table 7 Seed mass per plant*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjeck - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - <i>Control</i>	4,9 <sup>d</sup>	5,1 <sup>cd</sup>	5,00 <sup>b</sup>
Soj - <i>Strain</i> 1001	6,3 <sup>ab</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,20 <sup>a</sup>
Soj KŽ - <i>Strain</i> 26	5,8 <sup>bc</sup>	6,7 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>
Prosjeck - <i>Mean</i>	5,67 <sup>b</sup>	5,97 <sup>a</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			0,3
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			0,5
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			**
Soj - <i>Strain</i>			*
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01 – *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite  
*Average values marked with same letter are not significantly different*

### Prinos zrna

Prinos zrna graška bio je pod utjecajem oba faktora ispitivanja promatranih nezavisno jedan od drugoga kao i njihovim zajedničkim djelovanjem.

Veći prinos zrna imao je kultivar Ozimi šampion u odnosu na kultivar Maksimirski rani ( $P < 0,01$ ). Najveći prinos zrna graška postignut je na površini gdje je izvršena predstjetvena bakterizacija sojem *R. leguminosarum* *bv. viciae* KŽ 26 u odnosu na bakterizaciju sojem *R. leguminosarum* *bv. viciae* 1001 i znatno je veći u odnosu na kontrolnu varijantu. Najveći prinos graška imao je kultivar Ozimi Šampion bakteriziran sojem *R. leguminosarum* *bv. viciae* KŽ 26, a najmanji kultivar Maksimirski rani bez bakterizacije (Tablica 8).

Uher i sur. (2010) su utvrdili da bakterizirana varijanta kultivara Maksimirski rani ima signifikantno veći prinos zrna graška po jedinici površine (3.353 kg/ha) od prinosa kontrolne varijante (2.949 kg/ha).

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 8. Prinos zrna graška (kg/ha)**

*Table 8 Pea seed yield (kg/ha)*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjeck - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - <i>Control</i>	2.205 <sup>d</sup>	2.346 <sup>d</sup>	2.276 <sup>c</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	2.835 <sup>b</sup>	2.684 <sup>c</sup>	2.760 <sup>b</sup>
Soj KŽ – <i>Strain</i> 26	2.610 <sup>c</sup>	3.082 <sup>a</sup>	2.846 <sup>a</sup>
Prosjeck - <i>Mean</i>	2.550 <sup>b</sup>	2.704 <sup>a</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			68
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			141
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			**
Soj – <i>Strain</i>			*
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01– *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite

*Average values marked with same letter are not significantly different*

### Sadržaj sirovih bjelančevina u zrnu

Istraživanjima je utvrđen signifikantno veći sadržaj sirovih bjelančevina u zrnu kultivara Ozimi Šampion u odnosu na kultivar Maksimirski rani ( $P < 0,01$ ). Statistički značajne razlike utvrđene su i između varijanata bakterizacije ( $P < 0,01$ ). Najviši sadržaj bjelančevina utvrđen je na površini na kojoj je izvršena predsetvena bakterizacija sojem *R. leguminosarum* *bv. viciae* KŽ 26, manja sa sojem *R. leguminosarum* *bv. viciae* 1001, a najmanja na površini bez bakterizacije.

Zajedničko djelovanje kultivara i soja također je imalo statistički značajan utjecaj na sadržaj bjelančevina u zrnu ( $P < 0,05$ ). Najveći sadržaj bjelančevina utvrđen je kod kultivara Ozimi Šampion bakteriziranim sojem *R. leguminosarum* *bv. viciae* KŽ 26, a najmanji kontrolna varijanta kod oba kultivara (Tablica 9).

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 9. Sadržaj sirovih bjelančevina (g/kg)**

*Table 9 Crude protein content (g/kg)*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjek - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - <i>Control</i>	236,1 <sup>d</sup>	239,5 <sup>cd</sup>	237,8 <sup>c</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	247,5 <sup>bc</sup>	251,1 <sup>b</sup>	249,3 <sup>b</sup>
Soj KŽ – <i>Strain</i> 26	248,6 <sup>b</sup>	260,2 <sup>a</sup>	254,4 <sup>a</sup>
Prosjek - <i>Mean</i>	244,1 <sup>b</sup>	250,3 <sup>a</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			4,3
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			7,4
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>			**
Soj – <i>Strain</i>			**
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01– *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite

*Average values marked with same letter are not significantly different*

Dobiveni rezultati su u skladu s dvogodišnjim istraživanjima Uher-a i sur. (2010) u kojima je sadržaj sirovih bjelančevina u obje godine bio veći na bakteriziranoj u odnosu na nebakteriziranu varijantu. U prvoj godini istraživanja zabilježen je na bakteriziranoj varijanti kultivara Maksimirski rani veći sadržaj sirovih bjelančevina (247 g) u odnosu na kontrolnu varijantu (236 g). U drugoj godini istraživanja na bakteriziranoj varijanti utvrđeno je 250 g, a u kontrolnoj varijanti 239 g sirovih bjelančevina u kilogramu zrna graška.

### **Prinos sirovih bjelančevina**

Prinos sirovih bjelančevina utvrđenih u zrnu graška prikazan je u Tablici 10.

Oba istraživana faktora, svaki zasebno, kao i njihovo zajedničko djelovanje imali su statistički značajan utjecaj na prinos sirovih bjelančevina. U prosjeku značajno veći prinos sirovih bjelančevina ( $P < 0,01$ ) imao je kultivar Ozimi Šampion u odnosu na kultivar Maksimirski rani. U prosjeku varijanti bakterizacije značajno manji prinos sirovih bjelančevina je ostvaren na kontrolnoj varijanti u odnosu na bakterizirane varijante ( $P < 0,05$ ) među kojima nije bilo opravdanih razlika. Interakcijsko djelovanje

Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

**Tablica 10. Prinos sirovih bjelančevina (kg/ha)**

*Table 10 Crude proteins yield (kg/ha)*

Varijanta - <i>Variant</i>	Kultivar - <i>Cultivar</i>		Prosjeak - <i>Mean</i>
	Maksimirski rani	Ozimi šampion	
Kontrola - <i>Control</i>	521 <sup>c</sup>	562 <sup>dc</sup>	542 <sup>b</sup>
Soj – <i>Strain</i> 1001	702 <sup>ab</sup>	674 <sup>bc</sup>	688 <sup>a</sup>
Soj KŽ – <i>Strain</i> 26	649 <sup>bcd</sup>	802 <sup>a</sup>	723 <sup>a</sup>
Prosjeak - <i>Mean</i>	624 <sup>b</sup>	679 <sup>a</sup>	
LSD <sub>soj</sub>			57
LSD <sub>kultivar x soj</sub>			106
			Signifikantnost
Kultivar - <i>Cultivar</i>		**	
Soj – <i>Strain</i>		*	
Kultivar x soj	<i>Cultivar x Strain</i>		*

\*Signifikantno na razini 0,05 – *Significantly on level 0,05*

\*\* Signifikantno na razini 0,01 – *Significantly on level 0,01*

NS Nije signifikantno – *Non significantly*

Prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite  
*Average values marked with same letter are not significantly different*

kultivara i bakterizacija pokazalo je opravdane razlike među određenim kombinacijama ( $P < 0,05$ ). Između šest kombinacija najveći prinos sirovih bjelančevina graška imao je kultivar Ozimi Šampion bakteriziran sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26, a najmanji Maksimirski rani na kontrolnoj varijanti. Uher i sur. (2010) su u prosjeku utvrdili da bakterizirana varijanta kultivara Maksimirski rani ima signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina (833 kg/ha) u odnosu na prinos kontrolne varijante (701 kg/ha).

## ZAKLJUČAK

Na temelju jednogodišnjeg istraživanja utjecaja bakterizacije sjemena sa sojevima *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 1001 i *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 na agronomska svojstva kultivara krmnog graška Maksimirski rani i Ozimi šampion posijanih u smjesi s pšenicom može se zaključiti da oba bakterizirana kultivara daju bolje rezultate u odnosu na kontrolnu varijantu.

Kultivar Maksimirski rani bakteriziran sa sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* 1001 imao je najveći broj mahuna i veći broj zrna po biljci.

Kultivar Ozimi šampion bakteriziran sa sojem *R. leguminosarum* bv. *viciae* KŽ 26 imao je veći broj kvržica na korijenu graška, veću masu suhe tvari kvržica, masu 1000 zrna, masu zrna po biljci, prinos zrna, sadržaj sirovih bjelančevina u zrnu i veći prinos

sirovih bjelančevina u zrnu. Istraživanjem je potvrđen značaj ispitivanja kompatibilnosti soja za određeni kultivar.

## INFLUENCE OF BACTERIZATION ON AGRONOMIC TRAITS OF NEW WINTER PEA VARIETY

### SUMMARY

The aim of this study was to determine the effect of winter pea seed inoculation with two strains of *R. leguminosarum* *bv. viceae* on the number and mass of root nodules, as a yield and quality of winter pea cv. Maksimirski rani and Ozimi šampion in a mixture with wheat cv. Sana.

The field trial was carried out in the vegetation period of 2009/2010 at the Faculty of Agriculture in Zagreb where pea seeds were inoculated with the strains *R. leguminosarum* *bv. viciae* 1001 and *bv.viciae* KŽ 26. Both inoculated cultivars had a better results compared to the control variant.

Pea cultivar Maksimirski rani gives better results when the seed was inoculated with strain 1001, while cultivar Ozimi šampion gives better results when inoculated with strain KŽ 26.

Cultivar Ozimi šampion inoculated with *R. leguminosarum* *bv.viceae* KŽ 26 had the highest number of nodules (43) and nodules mass per plant (0,21 g), 1000-seed mass (149 g), seed mass per plant (6,7 g), seed yield (3.082 kg/ha), crude protein content in grain (260 g/kg) and the highest crude protein yield (802 kg/ha).

Cultivar Maksimirski rani inoculated with *R. leguminosarum* *bv. viceae* KŽ 1001 had the highest number of pods per plant (17) and the largest number of seeds per plant (49).

This research confirmed the importance of compatibility tests of different strains and pea cultivars under field conditions. Selection of appropriate strains for a particular cultivar can significantly increase yield and quality of winter pea cultivars.

Key words: winter pea, bacterization, strain, yield

### LITERATURA - REFERENCES

1. Bergersen, F.J. (1974): Formation and function of bacteroids. In A. Quispel (ed.). The biology of nitrogen fixation. North Holland Publishing Co., Amsterdam, 473-498.
2. Blažinkov, M., Sikora, S., Uher, D., Maćešić, D., Redžepović, S. (2007): Genotypic Characterisation of Indigenous Rhizobium leguminosarum *bv. viciae* Field population in Croatia. Agriculturae Conspectus Scientificus. Vol. 72, No. 2: 153-158.



Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva  
novih kultivara ozimog graška

---

3. Brkić, S., Milaković, Z., Kristek, A., Antunović, M. (2004): Pea yield and its quality depending on inoculation, nitrogen and molybdenum fertilization. *Plant Soil Environ.* 50 (1), 39-45.
4. Dart, P.J. (1974): The infection process. *The biology of nitrogen fixation*. Ed. by A. Quispel, Oxford, New York, 382-420.
5. Duke, J.A. (1981): *Handbook of Legumes of World Economic Importance*. Plenum Press, New York. 199-265.
6. Gatel, F., Grojean, F. (1990): Composition and nutritive value of peas for pigs: a review of European results. *Livestock Production Science*, 26: 155-175.
7. Jarak, M. (1989): Istraživanja važnijih svojstava nekih sojeva *Rhizobium leguminosarum*. *Poljoprivredna znanstvena smotra*. 54 (1-2), 71-78.
8. Lie, T. A. (1969): The effect of low pH on different phases of nodule formation in pea plants. *Plant and Soil*, V. 31, No 3, 391-406.
9. Lie, T. A. (1981): Gene centres, a source for genetic variants in symbiotic nitrogen fixation: host induced ineffectivity in *Pisum sativum* ecotype fulvum. *Plant and Soil*, V. 61, 125-134.
10. Lie, T. A., Hille, D., Lambers, R., Houwers, A. (1976): Symbiotic specialisation in pea plants: some environmental effects on nodulation on nitrogen fixation. *Symbiotic nitrogen fixation in plants*. 319-333. Ed. by P.S. Nutman.
11. Lie, T. A., Götkan, D., Engin, M., Pijnenborg, J. and Anlarsal, E., (1987): Coevolution of the legume-Rhizobium association. *Plant Soil*, 100 : 171-181.
12. Lie, T. A., Timmermans, P.C.J.M. (1983): Host genetic control of nitrogen fixation in the Pea *Rhizobium* association. 5 th Intern. Symp. of N<sub>2</sub>-fixation, Netherlands.
13. Lie, T. A. (1984): Host genes in *Pisum sativum* (L.) conferring resistance to European *R. leguminosarum* strains. *Plant and Soil*, 82, 415-425.
14. Legocki, R.P., Verma, D.P.S. (1980): Identification of «nodule-specific» host proteins (nodulins) involved in the development of *Rhizobium* legume symbiosis. *Cell* 20,153-163.
15. Munns, D. N. (1977): Mineral nutrition and the legume symbiosis. In R.W.F. Hardy and A. H. Gibson (ed.). *Treatise on nitrogen fixation*. IV. Agronomy and ecology, Wiley, N.Y., 354-383.
16. Nelson, M.L. (1983): Hydrogen recycling by *R. leguminosarum* Isolates and growth and Nitrogen Contents of Pea Plants (*Pisum sativum*). *Appl. And Environ. Microb.* V. 45, No 3, 856-861.
17. Nutman, P.S. (1956): The influence of the legume in root-nodule symbiosis. A comparative study of host determinants and functions. *Biol. Rev.*31, 109-151.
18. Nutman, P. S. (1976): IBP field experiments on nitrogen fixation by nodulated legumes. *Symbiotic nitrogen fixation in Plants*. Ed. By P. S. Nutman.
19. Philips, D.A., Torrey, J.G. (1970): Cytokinin production by *Rhizobium japonicum*. *Physiol. Plant.* 23, 1057-1063.
20. Peenstra, W.J., Jacobson, E. (1980): A new pea mutant efficiently nodulating in the presence of nitrate. *Theor. Appl. Genet.* V. 58, 39-42.
21. Santalla, M., Amurrio, J.M., de Ron, A.M. (2001): Symbiotic Interactions between *Rhizobium leguminosarum* Strains and Elite Cultivars of *Pisum sativum* L. *J. Agron. Crop Sci.* 187, 59-68.
22. Sprent, J.I. (1976): Nitrogen fixation by legumes subjected to water and light stresses. *Symbiotic nitrogen fixation in plants*. Ed. by P.S. Nutman.
23. Štafa Z., Redžepović S., Grbeša D., Uher D., Maćešić D., i Leto J. (1999): Utjecaj bakterizacije i prihrane KAN-om na osobine, prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi s pšenicom. *Poljoprivredno znanstvena smotra*. 64 (3): 211-222.
24. Tekeli, A. S., Ates, E. (2003): Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines. *Journal of Central European Agriculture*, Volume 4, 313-317.
25. Thummler, F., Verma, D. P. S. (1987): Nodulin – 100 of soybean is the subunit of sucrose synthase regulated by the availability of free heme in nodules. *J. Biol. Chem.*
26. Tortora, G.J., Funke, B.R. Case, C.L. (1989): *Microbiology-An Introduction*. Third edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.

## Friščić i sur.: Utjecaj bakterizacije na gospodarska svojstva novih kultivara ozimog graška

---

27. Uher, D., (1998): Utjecaj inokulacije i mineralne gnojidbe dušikom na prinos ozime smjese graška i pšenice, Diplomski rad, Zagreb.
28. Uher, D., (2004): Utjecaj bakterizacije i prihrane KAN-om na prinos i kakvoću ozimih smjese graška i žitarica (pšenica, tritikale). Magistarski rad, Zagreb.
29. Uher, D. (2006 a): Utjecaj gnojidbe na prinose zrna ozimog graška u smjesi s pšenicom. Sjemenarstvo. 23 (3): 189-206.
30. Uher, D., Štafa, Z., Blažinkov, M., Kaučić, D. (2006 b): Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos zrna ozimog graška u smjesi s pšenicom, Sjemenarstvo 23 (2), 115-130.
31. Uher, D., Štafa, Z., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D. (2006 c): Utjecaj gnojidbe na prinose zrna ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi s pšenicom cv. Sana, Sjemenarstvo 23 (4), 359-376.
32. Uher, D., Štafa, Z., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D. (2007): Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi sa pšenicom cv. Sana. Mljekarstvo. 57 (2): 101-117.
33. Uher, D., Štafa, Z., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D., Županac, G. (2008): Značenje zrna graška cv. Maksimirski ozimi u proizvodnji mlijeka na obiteljskim gospodarstvima Republike Hrvatske. Mljekarstvo. 58 (4): 371-385.
34. Uher, D., Blažinkov, M., Pisačić, A., Gršić, K., Županac, G. (2009): Značenje novog genotipa ozimoga graška u proizvodnji mlijeka na obiteljskim gospodarstvima. Mljekarstvo. 59 (4): 319-329.
35. Uher, D., Štafa, Z., Blažinkov, M., Pisačić, A., Kmet, M., Ščavničar, M. (2010): Importance of winter pea cv. Maksimirski rani in milk production on family farms. Mljekarstvo. 60 (1) 37-49.
36. Uzun, A., Acikgoz, E. (1998): Effect of sowing season and seeding rate on the morphological traits and yields in pea cultivars of differing leaf types. J. Agron. Crop Sci. 181, 215-222.
37. Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Filya, I., Acikgoz, E. (2005): Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. European Journal of Agronomy. 22, 85-94.
38. Verma, D. P. S., Fortin, M. G., Stanly, J., Mauro, V. P., Purohit, S., Morrison, N. (1986): Nodulins and nodulin genes of *Glycine max*. Plant Mol. Biol. 7, 51-61.
39. Vincent, J. M. (1980): Factors controlling the legume-Rhizobium symbiosis. Nitrogen fixation, Vol.II. University Park Press, Baltimore.
40. Winarno, R., Lie, T.A. (1979): Competition between Rhizobium strains in nodule formation: interaction between nodulating and nonnodulating strains. Plant and Soil, V. 51, 135-142.
41. Zhang, C. (2004): Implementation of Marker-Assisted Selection for lodging resistance in pea breeding. Masters thesis. Department of Plant Sciences University of Saskatchewan Saskatoon, Canada.
42. Yao, P.Y., Vincent, J.A. (1976): Factors responsible for the curling and branching of clover root hairs by Rhizobium. Plant & Soil, 45: 1-16.

### Adresa autora – Author's address:

Mr. Oliver Friščić  
Mr. Karmen Abramović-Friščić  
Podravsko gospodarstvo d.o.o.  
Delekovečka cesta bb  
48000 Koprivnica  
E-mail: oliver.friscic@gmail.com

### Primljeno – Received:

02. 08. 2011.

Doc. dr. sc. Darko Uher  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25  
10000 Zagreb