

Utjecaj gnojidbe na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi s pšenicom cv. Sana

Darko Uher, Zvonimir Štafa, Sulejman Redžepović, Zlatko Svečnjak,
Mihaela Blažinkov, Dražen Kaučić

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 631.1

Sažetak

Dvogodišnjim istraživanjima (1999. - 2001. g.) utvrđivan je utjecaj djelotvornosti bakterizacije sjemena ozimog graška i prihrane dušikom na masu suhe tvari kvržica na korijenu graška, te prinos suhe tvari i krmnu vrijednost smjese graška cv. Maksimirski ozimi i pšenice cv. Sana. Prije sjetve izvršena je predstjetvena bakterizacija sjemena graška sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Najveća masa suhe tvari kvržica na korijenu graška utvrđena je na bakteriziranoj varijanti 2 (0,710 g/varijanti). Ukupni prinosi suhe tvari iznosili su od 8,64 t ha⁻¹ (kontrola) do 10,98 t ha⁻¹ (bakterizacija). Prinosi sirovih bjelančevina graška u 2001. g. varirali su od 942 kg ha⁻¹ (kontrola) do 1 510 kg ha⁻¹ (bakterizacija), a pšenice od 450 kg ha⁻¹ (kontrola) do 813 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi sirovih bjelančevina smjese iznosili su od 1 392 kg ha⁻¹ (kontrola) do 2 140 kg ha⁻¹ (bakterizacija).

Ključne riječi: bakterizacija sjemena ozimog graška, prihrana dušikom, suha tvar kvržica, prinos suhe tvari, krmna vrijednost

Uvod

U cijelom svijetu, pa tako i u Republici Hrvatskoj, teži se 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 najčešće limitirajući činitelj u dobivanju visokih prinosa suhe tvari poljoprivrednih kultura. Za proizvodnju 1 kg dušika industrija potroši oko 80 MJ energije, dok je za proizvodnju 1 kg P₂O₅ potrebno 12 MJ, a za proizvodnju 1 kg K₂O potrebo je svega 8 MJ energije (Strunjak i Redžepović, 1986.).

Mahunarke sadrže velike količine bjelančevina u svojim prinosima i zato trebaju veće količine dušika za formiranje prinosa. Znatan dio potrebnog dušika one mogu osigurati biološkom fiksacijom iz atmosfere koja ga sadrži 78 %, ili nad svakim hektarom 6 400 kg (FAO, 1984.). Da bi mahunarke mogle koristiti dušik iz atmosfere, moraju živjeti u simbiozi s djelotvornim sojevima kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium*. Bez kvržičnih bakterija na svom korijenu ni mahunarke ne mogu koristiti dušik iz atmosfere, već su onda kao i sve ostale biljke upućene isključivo na korištenje dušika iz tla.

Za vezanje dušika iz atmosfere mahunarke troše solarnu energiju akumuliranu u asimilatima biljke domaćina. Uzimajući u obzir da na primjer soja po jedinici prinosa zrna treba četiri puta više dušika nego žitarice (Hardy i Havelka, 1975.) i da za vezanje tog dušika industrija treba utrošiti određene količine skupe fosilne energije (koja je ograničena), stoga su razumljiva nastojanja da se mahunarkama omogući maksimalno korištenje dušika iz atmosfere, tim više što se za njegovu redukciju koristi solarna energija koja je svake godine obnovljiv izvor (Strunjak i Redžepović, 1984.).

Za poljoprivrednu proizvodnju vrlo je značajna simbioza kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* i mahunarki čime se biološki veže atmosferski dušik koji se odmah koristi za sintezu bjelančevina. Na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima, koja se inače javljaju pri intenzivnoj primjeni mineralnih dušičnih gnojiva. Mahunarke uzgajane za zrno, sijeno, ispašu, zelenu gnojidbu ili druge svrhe, vežu putem svojih simbionata na cijeloj zemlji oko 80×10^6 tona atmosferskog dušika godišnje, što je više od polovice ukupne količine biološki vezanog dušika na zemlji (Evans i Barber, 1977.), odnosno u svijetu se industrijskim Haber-Bosch postupkom osigurava 60×10^6 t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989.).

Nakon skidanja, mahunarke u tlu po hektaru ostavljaju nekoliko tona lako razgradljive korijenove mase i strni kojom obogaćuju tlo organskom tvari koja je bogata dušikom (Russel, 1950.). Na taj se način održava plodnost tla i omogućuje kulturama koje slijede u plodoredu da koriste vezani atmosferski dušik (Bonnier i Brakel, 1969.).

Zbog čitavog niza prednosti vezanja dušika nastoji se tom vezanju dati veće značenje i što je moguće više ga intenzivirati bakterizacijom sjemena mahunarki, za tu svrhu djelotvornim sojevima bakterija radi što uspješnijeg uzgajanja mahunarki većeg prinosa, više kakvoće, uz smanjena ulaganja.

Materijal i metode rada

U Virovitici su od 1999./2000. do 2000./2001. godine provedena istraživanja utjecaja bakterizacije i prihrane dušikom (KAN) na prinos mase smjese ozimog graška cv. Maksimirski ozimi 100 zrna po m² i pšenice cv. Sana 200 zrna po m², a u 2001. godini i na krmnu vrijednost proizvedene mase.

Istraživanja su provedena slučajnim bloknim rasporedom varijanata u četiri ponavljanja, a istraživane su sljedeće varijante navedene smjese:

1. Kontrola (samo osnovna gnojidba)
2. Bakterizacija sjemena graška *Rhizobium leguminosarum bv. viciae*
3. Prihrana dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a)
4. Bakterizacija sjemena graška *Rhizobium leguminosarum bv. viciae* i prihrana dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a).

Tlo na lokalitetu Virovitica (Grabovac) lesivirano je na lesu. Rezultati kemijskih analiza pokazuju da tlo ima slabo kiselu reakciju, a s obzirom na sadržaj humusa od 2,8 % radi se o slabo humoznom tlu. Opskrbljenost dušikom je dobra (0,16%), a isto tako i opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom (49,6 mg/100 g tla P₂O₅) i kalijem (42,5 mg/100 g tla K₂O).

Prema podacima meteorološke postaje Virovitica, područje Virovitice prema Langovom kišnom faktoru (79,3) ima humidnu klimu (tablica 1). Tijekom dvije godine istraživanja bile su više prosječne temperature zraka od desetogodišnjeg prosjeka, osobito 2000. godine u veljači, ožujku, travnju i svibnju, a 2001. godine u siječnju, veljači, ožujku i svibnju. U veljači, travnju i svibnju obje godine istraživanja bila je manja količina oborina od desetogodišnjeg prosjeka. U siječnju i ožujku 2001. godine bila je veća količina oborina od desetogodišnjeg prosjeka.

Tlo je za sve varijante predstetveno gnojeno s 500 kg ha⁻¹ NPK kombinacije 8:26:26 (40 kg ha⁻¹ N, 130 kg ha⁻¹ P₂O₅, 130 kg ha⁻¹ K₂O). Bakterizacija sjemena graška izvršena je neposredno pred sjetvu (varijante 2 i 4) sojem *Rhizobium leguminosarum bv. viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Varijante 3 i 4 prihranjivane su tijekom vegetacije dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a). Ukupno je dano 94 kg dušika, 130 kg P₂O₅, 130 kg K₂O ha⁻¹.

Osobine i urodi mase smjese, koja je bila ujednačena, utvrđivani su na parceli poljskom vagom s površine 10 m² za svaku varijantu i ponavljanje 18. svibnja 2000. i 19. svibnja 2001. te preračunavani na hektar. Nakon

utvrđivanja uroda zelene mase odvojen je grašak od pšenice i utvrđeni su odnosi komponenata u zelenoj masi, a suha tvar utvrđena je iz prosječnog odvojenog uzorka graška, odnosno pšenice (1 kg zelene mase) za svaku varijantu sušenjem na 105°C do stalne suhe tvari. Krmna vrijednost graška i pšenice utvrđena je metodom A.O.A.C. (1984.) iz uzetih uzoraka 19.05.2001. godine.

Masa suhe tvari kvržica utvrđivana je na korijenu pet biljaka graška 16.05.2000. i 17.05.2001. na svakoj varijanti po ponavljanjima. Uzorci biljaka graška izvađeni su iz tla do dubine od 30 cm. Rezultati istraživanja obrađeni su u statističkom programu SAS (1994.).

Tablica 1: Srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina 1999., 2000., 2001. te višegodišnji prosjek (meteorološka postaja Virovitica).

Table 1: Average monthly air temperature and rainfall 1999, 2000, 2001 and muly year average (Weather station Virovitica).

Mjesec Month	Srednja mjesečna temperatura zraka °C Average monthly air temperature °C				Srednja količina oborina, mm Average rainfall, mm			
	1999.	2000.	2001.	Prosjek Average 1992.- 2001.	1999.	2000.	2001.	Prosjek Average 1992.- 2001.
I.	0,9	-0,7	2,7	1,0	32,0	5,0	76,0	53,7
II.	1,9	5	4,5	0,8	85,1	25,3	15,4	46,0
III.	8,6	7,6	10,0	6,2	25,6	43,8	120,9	44,7
IV.	12,4	14,5	10,9	11,0	92,8	52,4	43,9	68,5
V.	17,1	17,8	18,2	15,7	86,4	55,9	39,5	71,9
VI.	19,8	21,8	18,3	19,5	157,9	41,5	128,3	99,2
VII.	21,8	21,1	21,8	22,3	135,9	72,6	80,9	90,3
VIII.	20,9	22,7	22,2	21,9	83,1	2,8	14,9	85,9
IX.	18,6	16,1	14,7	17,1	48,8	92,9	228,7	102,8
X.	11,5	13,1	14,1	10,8	42,6	45,8	11,1	62,4
XI.	3,7	9,4	3,6	5,0	132,3	71,9	71,1	80,1
XII.	1,7	3,0	-2,9	1,6	80,3	55,1	39,7	75,7
Prosjek Average	11,6	12,6	11,5	11,3				
Ukupno Total					1003,8	565,0	870,4	896,1

Rezultati istraživanja**Masa suhe tvari kvržica na korijenu graška**

Masa suhe tvari kvržica (g/varijanta) varirala je po varijantama, ali i godinama istraživanja (tablica 2). Najveća masa suhe tvari kvržica ($P < 0.05$) prve godine utvrđena je na korijenu graška bakterizirane varijante 2 (0,64 g) koja je imala signifikantno veću masu kvržica u odnosu na ostale varijante.

Druge godine također je utvrđena signifikantno veću masu suhe tvari kvržica na bakteriziranoj varijanti 2 (0,78 g) u odnosu na ostale istraživane varijante ($P < 0.05$).

Tablica 2: Suha tvar kvržica (g)

Table 2: Nodule dry weight (g)

Varijanta Variant	Suha tvar kvržica (g) Nodule dry weight (g)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjeak varijanata Average variant
Kontrola/Control	0,50	0,52	0,510
Bakterizacija/Inoculation	0,64	0,78	0,710
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	0,41	0,49	0,450
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	0,36	0,44	0,400
Prosjeak godina/Average year	0,477	0,558	
LSD 0,05			0,030 g
LSD 0,05 †			0,033 g
LSD 0,05 ‡			0,046 g
			Signifikantnost Significant
Godina /Year			***
Varijanta /Variant			***
Godina x varijanta /Year x variant			**

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine
† values for means within year comparison

‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
‡ values for means across year comparison

U prosjeku signifikantno veću masu suhe tvari kvržica utvrđena je na bakteriziranoj varijanti 2 (0,710 g) u odnosu na masu suhe tvari kvržica ostalih varijanata. Kontrolna varijanta 1 (0,510 g) imala je signifikantno veću masu suhe tvari kvržica ($P < 0.05$) od prihranjivane varijante 3 (0,450 g) i bakterizirane i prihranjivane varijante 4 (0,400 g).

U interakciji godina x varijanta utvrđene su signifikantne razlike u masi suhe tvari kvržica na korijenu graška. Sve su varijante u 2001. godini imale veću masu suhe tvari kvržica na korijenu graška u odnosu na masu kvržica istih varijanata u 2000. godini.

Prinosi suhe tvari graška (t ha⁻¹)

Prve godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 (4,09 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška (tablica 3) u odnosu na ostale varijante istraživanja. Između KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (2,50 t ha⁻¹) i 4 (3,33 t ha⁻¹), također su bile utvrđene opravdane razlike u prinosima suhe tvari graška (P<0.05).

Tablica 3: Prinos suhe tvari graška (t ha⁻¹)

Table 3: Pea dry matter yield (t ha⁻¹)

Varijanta Variant	Prinos graška (t ha ⁻¹) Pea yield (t ha ⁻¹)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola/Control	3,40	4,28	3,84
Bakterizacija/Inoculation	4,09	6,29	5,19
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	2,50	4,69	3,59
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	3,33	4,76	4,04
Prosjek godina/Average year	3,33	5,00	
LSD 0,05			0,41 t ha ⁻¹
LSD 0,05 †			0,28 t ha ⁻¹
LSD 0,05 ‡			0,55 t ha ⁻¹
			Signifikantnost Significant
Godina /Year			***
Varijanta /Variant			***
Godina x varijanta /Year x variant			***

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine
† values for means within year comparison

‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
‡ values for means across year comparison

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 (6,29 t ha⁻¹) imala je također signifikantno veći prinos suhe tvari graška (tablica 3) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

U prosjeku bakterizirana varijanta 2 (5,19 t ha⁻¹) dala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na prinose ostalih varijanata.

Interakcija prinosa godina x varijanta bila je signifikantna. Sve su varijante u 2001. godini imale signifikantno veće prinose suhe tvari graška u odnosu na iste varijante u 2000. godini.

Prinosi suhe tvari pšenice ($t\ ha^{-1}$)

KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($6,42\ t\ ha^{-1}$) prve godine istraživanja dala je signifikantno veći prinos suhe tvari pšenice ($P < 0.05$) od prinosa suhe tvari kontrolne varijante 1 ($4,42\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($5,39\ t\ ha^{-1}$).

Tablica 4: Prinos suhe tvari pšenice ha^{-1}

Table 4: Wheat dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta Variant	Prinos pšenice ($t\ ha^{-1}$) Wheat yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjeak varijanata Average variant
Kontrola/Control	4,42	5,19	4,80
Bakterizacija/Inoculation	5,39	6,19	5,79
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	6,42	7,07	6,75
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	5,79	7,25	6,52
Prosjeak godina/Average year	5,50	6,42	
LSD 0,05			0,41 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			0,85 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			0,91 $t\ ha^{-1}$
			Signifikantnost Significant
Godina /Year			*
Varijanta /Variant			***
Godina x varijanta /Year x variant			*

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine ‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
† values for means within year comparison ‡ values for means across year comparison

U drugoj godini KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($7,07\ t\ ha^{-1}$) također je imala signifikantno veći ($P < 0.05$) prinos suhe tvari pšenice od kontrolne varijante 1 ($5,19\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($6,19\ t\ ha^{-1}$). U prosjeku su KAN-om prihranjivane varijante 3 ($6,75\ t\ ha^{-1}$) i 4 ($6,52\ t\ ha^{-1}$) imale signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice ($P < 0.05$) od kontrolne varijante 1 ($4,80\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($5,79\ t\ ha^{-1}$).

Interakcija prinosa suhe tvari godina x varijanta bila je signifikantna. KAN-om prihranjivane varijante 3 i 4 u 2001. godini imale su signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice u odnosu na prinose u 2000. godini (tablica 4).

Ukupni prinosi suhe tvari smjese (t ha⁻¹)

Između bakterizirane varijante 2 (9,49 t ha⁻¹) i KAN-om prihranjivane varijante 3 (8,92 t ha⁻¹) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosisima suhe tvari smjese (tablica 5), međutim obje su varijante imale veće prinose ST u odnosu na prinos ST kontrolne varijante 1 (7,82 t ha⁻¹).

Tablica 5: Ukupni prinosi suhe tvari smjese (t ha⁻¹)

Table 5: Total dry matter yield (t ha⁻¹)

Varijanta Variant	Ukupni prinosi (t ha ⁻¹) Total yield (t ha ⁻¹)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola/Control	7,82	9,47	8,64
Bakterizacija/Inoculation	9,49	12,48	10,98
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	8,92	11,76	10,34
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	9,11	12,01	10,56
Prosjek godina/Average year	8,83	11,43	
LSD 0,05			0,47 t ha ⁻¹
LSD 0,05 †			0,98 t ha ⁻¹
LSD 0,05 ‡			1,05 t ha ⁻¹
			Signifikantnost Significant
Godina /Year			*
Varijanta /Variant			***
Godina x varijanta /Year x variant			*

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine
† values for means within year comparison

‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
‡ values for means across year comparison

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 (12,48 t ha⁻¹) i KAN-om prihranjivana varijanta 3 (11,76 t ha⁻¹) imale su signifikantno veći (P<0.05) ukupni prinos suhe tvari smjese od kontrolne varijante 1 (9,47 t ha⁻¹), ali ne i od bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 (12,01 t ha⁻¹).

U prosjeku su postignuti signifikantno veći ukupni prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i pšenice varijantama 2 (10,98 t ha⁻¹), 3 (10,34 t ha⁻¹) i 4 (10,56 t ha⁻¹) u odnosu na kontrolu 1 (8,64 t ha⁻¹).

Interakcija prinosa suhe tvari smjese godina x varijanta bila je signifikantna (P<0.05). Sve su varijante u 2001. godini imale signifikantno veće ukupne prinose suhe tvari smjese u odnosu na prinose u 2000. godini.

Prinosi sirovih bjelančevina (kg ha⁻¹)

Bakterizirana varijanta 2 (1 510 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći (P<0.05) prinos sirovih bjelančevina graška (tablica 6) u odnosu na prinos kontrolne varijante 1 (942 kg ha⁻¹), KAN-om prihranjivane varijante 3 (1 078 kg ha⁻¹) te varijante 4 (1 142 kg ha⁻¹). Između kontrole 1 (942 kg ha⁻¹), KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (1 078 kg ha⁻¹) i 4 (1 142 kg ha⁻¹) bile su također utvrđene signifikantne razlike u prinosima sirovih bjelančevina graška (P>0.05).

Tablica 6: Prinosi sirovih bjelančevina ozime smjese u kg ha⁻¹ (2001. g.)

Table 6: Raw protein winter mixture yield, kg ha⁻¹ (2001)

Varijanta Variant	Prinosi sirovih bjelančevina kg ha ⁻¹ Raw protein yield kg ha ⁻¹		
	Grašak Pea	Pšenica Wheat	Ukupno Total
Kontrola/Control	942	450	1 392
Bakterizacija/Inoculation	1 510	630	2 140
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	1 078	813	1 891
Bakterizacija + prihrana dušikom Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	1 142	753	1 895
LSD 0,05	93 kg ha ⁻¹	58 kg ha ⁻¹	106 kg ha ⁻¹

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (813 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina pšenice od prinosa ostalih istraživanih varijanti. Pšenica bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 (753 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći (P<0.05) prinos sirovih bjelančevina od prinosa kontrole 1 (450 kg ha⁻¹) i bakterizacije 2 (630 kg ha⁻¹).

Bakterizirana varijanta 2 (2 140 kg ha⁻¹) postigla je signifikantno najveći (P<0.05) ukupni prinos sirovih bjelančevina smjese u odnosu na prinose kontrole (1 392 kg ha⁻¹) i KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (1 891 kg ha⁻¹) i 4 (1 895 kg ha⁻¹). KAN-om prihranjivane varijante 3 (1 891 kg ha⁻¹) i 4 (1 895 kg ha⁻¹) imale su signifikantno veće (P<0.05) ukupne prinose sirovih bjelančevina smjese od kontrolne varijante 1 (1 392 kg ha⁻¹).

Rasprava

Da bi se postigli visoki prinosi visoke kakvoće, krmnim kulturama treba osigurati velike količine dušika. Budući da biljke iz porodice mahunarki žive u simbiozi s bakterijama iz roda *Rhizobium* koje vežu atmosferski dušik, kojeg nad svakim hektarom površine ima oko 6 400 kg (FAO, 1984.), one tom

fiksacijom namiruju svoje potrebe za dušikom, koristeći pri tom sunčevu energiju. Toj simbioznoj fiksaciji dušika danas se posvećuje velika pažnja u svijetu ali i u nas, stoga se izvode mnoga istraživanja kako bi bile odabrane najdjelotvornije simbiotske zajednice kultivara mahunarki i sojeva bakterija. U tu svrhu provedena su istraživanja na lokaciji Virovitica (Grabovac) sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju, kojim je bakterizirano sjeme ozimog graška cv. Maksimirski ozimi sa svrhom da se utvrdi djelotvornost fiksacije dušika kultivar x soj. Tijekom vegetacije utvrđivan je ukupan broj i aktivnost kvržica na korijenu, kao i prinosi i kakvoća proizvedene mase graška u smjesi s pšenicom.

Najveća masa suhe tvari kvržica utvrđena na bakteriziranoj varijanti 2 (0,64 g u prvoj godini istraživanja i 0,78 u drugoj godini) u suglasju je s rezultatima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili da bakterizacija u prosjeku povećava masu suhe tvari kvržica na korijenu graška od 0,46 g na kontrolnoj varijanti do 0,80 g na bakteriziranoj varijanti. Brkić i sur. (2004.) utvrdili su da se masa suhe tvari kvržica na korijenu graška kreće od 0,106 g do 0,482 g ovisno o tipu tla, razini gnojidbe dušikom i molibdenom, odnosno je li sjeme graška bilo bakterizirano. Uher i sur. (2006.) također su utvrdili najveću masu suhe tvari kvržica na bakteriziranoj varijanti (0,185 g/biljci) u odnosu na ostale istraživane varijante.

Bakterizirana varijanta 2 (5,19 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veći prinos suhe tvari graška cv. Maksimirski ozimi u odnosu na ostale istraživane varijante, što je u suglasju sa trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili znatno veće prinose suhe tvari graška također na bakteriziranoj varijanti 2 (8,05 t ha⁻¹).

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (6,75 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (5,79 t ha⁻¹) i kontrolu (4,80 t ha⁻¹) što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili znatno veće prinose suhe tvari pšenice također na KAN-om prihranjivanim varijantama 3 (7,8 t ha⁻¹) i 4 (7,45 t ha⁻¹).

Bakterizirana varijanta 2 (10,98 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće ukupne prinose suhe tvari smjese u odnosu na ostale istraživane varijante, što je u suglasju s rezultatima Štafe i sur. (1999.) koji su također utvrdili znatno veće ukupne prinose suhe tvari smjese graška i pšenice na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (14,9 t ha⁻¹), ali ta razlika nije bila signifikantna u odnosu na bakteriziranu varijantu 2.

Bakterizirana varijanta 2 (1 510 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina graška u odnosu na ostale istraživane varijante. Štafa i sur. (1999.) također su utvrdili najveće prinose sirovih probavljivih bjelančevina na bakteriziranoj varijanti 2, ali ti prinosi nisu bili opravdano veći u odnosu na prinose ostalih varijanata.

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (813 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina pšenice u odnosu na prinose ostalih varijanti, dok su Štafa i sur. (1999.) utvrdili najveće prinose sirovih probavljivih bjelančevina na bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (646 kg ha⁻¹), ali ti prinosi nisu bili značajno opravdani u odnosu na ostale varijante.

Najveći prinos sirovih bjelančevina smjese postignut je bakteriziranom varijantom 2 (2 140 kg ha⁻¹) u odnosu na ostale varijante istraživanja što je u suglasju s rezultatima koje su utvrdili Štafa i sur. (1999.) na bakteriziranoj varijanti 2 (2 094 kg ha⁻¹).

Zaključci

Temeljem dvogodišnjih istraživanja djelotvornosti *Rhizobium leguminosarum* *bv.viciae* na ozimom grašku cv. Maksimirski ozimi u smjesi s pšenicom cv. Sana provedenih na lokaciji Virovitica (Grabovac) može se zaključiti:

- Utvrđena je signifikantno veća prosječna masa suhe tvari kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante u odnosu na ostale varijante istraživanja u obje godine istraživanja.
- Prihrana KAN-om signifikantno je smanjila masu suhe tvari kvržica na korijenu graška.
- Bakterizirana varijanta 2 (5,19 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na ostale istraživane varijante.
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 (6,75 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (5,79 t ha⁻¹) i kontrolu (4,80 t ha⁻¹).
- Bakterizirana varijanta 2 (1 510 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina graška u odnosu na ostale istraživane varijante.
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 (813 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina pšenice u odnosu na ostale varijante.
- Najveći prinos sirovih bjelančevina smjese postignut je bakteriziranom varijantom 2 (2 140 kg ha⁻¹) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

**EFFECT OF FERTILIZATION ON YIELDS AND FODDER
VALUE OF WINTER PEA CV. MAKSIMIRSKI OZIMI IN WHEAT
CV. SANA MIXTURE**

Summary

Two year field trials (1999-2001) were carried out to determine the effect of seed winter pea inoculation and nitrogen top-dressing effect on nodule dry weight of pea root and also on the dry matter yield and fodder value of winter pea cv. Maksimirski ozimi and wheat cv. Sana mixture. Just before sowing the inoculation of pea seeds was performed by the indigenous variety of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* which is part of the microbial collection of the Department of Microbiology at the Faculty of Agriculture University of Zagreb. The highest total nodule dry weight on pea root was determined on the inoculated variant 2 (0.710 g/variant). Total dry matter yields were ranging from 8.64 t ha⁻¹ (control) up to 10.98 t ha⁻¹ (inoculation). Yields crude proteins pea in 2001 were ranging from 942 kg ha⁻¹ (control) up to 1510 kg ha⁻¹ (inoculation) and for wheat, those values were from 450 kg ha⁻¹ (control) up to 813 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing). Total crude proteins mixture yields were from 1392 kg ha⁻¹ (control) up to 2140 kg ha⁻¹ (inoculation).

Key words: inoculated of winter pea seeds, nitrogen top-dressing, nodule dry matter weight, dry matter yield, fodder value

Literatura

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (1984): Official Methods of Analysis 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

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.

BONNIER, C., BRAKEL, J. (1969): *Lutte biologique contre la paim* Eddition J. Duculot, S.A., Gemblax.

BUTORAC, A. (1999.): *Opća Agronomija*, 369-372, Zagreb.

ČIŽEK, J. (1970.): *Proizvodnja i korištenje krmnog bilja*, 55-56, Zagreb.

DLG Futterwerttabellen-Wiederkäuer(1997): Frankfurt.

EVANS, H.J., BARBER, L.E. (1997): Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science* 197. 332-339.

FETTELL, N. A., OCONNOR, G. E., CARPENTER, D. J., EVANS, J., BAMFORTH, I., OTIBOATENG, C., HEBB, D. M., BROCKWELL, J. (1997): Nodulation studies on legumes exotic to Australia-the influence of soil populations and inocula of *Rhizobium leguminosarum* bv *Viciae* on nodulation and nitrogen fixation bi fields peas. *Applied Soil Ecology*. 5(3): 197-210.

GULDEN, R. H., VESSEY, J. K. (1997): The stimulating effect of ammonium on nodulation in *Pisum sativum* L. is not long lived once ammonium supply is discontinued. *Plant & Soil*. 195 (1): 195-205.

JARAK, M. (1989.): Istraživanja važnijih svojstava nekih sojeva *Rhizobium leguminosarum*. *Poljoprivredna znanstvena smotra br. 1-2*, Zagreb.

HARDY, R. W. F., HAVELKA, U. D. (1975): Nitrogen fixation research: a key to world food? *Science* 188, 633-643.

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.

NUTMAN, P. S., ROSA, G. J. (1969): *Rhizobium* in the Soils of the Rothamsted and Woburn Farms. Rothamsted report, part 2, 148-167.

PEENSTRA, W. J., JACOBSON, E. (1980): A new pea mutant efficiently nodulating in the presence of nitrate. *Theor. Appl. Genet.* V. 58, 39-42.

RUSSEL, J. E. (1950): Soil conditions and Plant growth. Hongmais Green and Co., London, New York, Toronto.

STRUNJAK, R., REDŽEPOVIĆ, S. (1986.): Bakterizacija leguminoza-agrotehnička mjera u službi štednje energije, *Poljoprivredna znanstvena smotra br. 72*, str.109-115.

ŠTAFI, Z. (1988.): Krmni međuusjevi u proizvodnji mesa i mlijeka, *Agronomski glasnik br. 1*; 75-86, Zagreb.

ŠTAFI, Z., DOGAN, Z. (1983.): Osobine kvaliteta i produktivnosti ozimih lepirnjača u smjesi s ozimim žitaricama, IV.Jugoslavenski simpozium o krmnom bilju, Zbornik naučnih radova 430-443, Novi Sad.

ŠTAFI, Z., DANJEK, I., CRNOBRNJA, L., DOGAN, Z. (1993.): Proizvodnja krme za 15 000 L mlijeka s 1 hektara, *Poljoprivredne aktualnostibr. 29*, str. 483-492.

ŠTAFI, Z., KNEŽEVIĆ, M., STIPIĆ, N. (1994.): Proizvodnja krme na oranicama i travnjacima kao tehnološka osnovica za proizvodnju mlijeka i mesa u govedarskoj proizvodnji. *Poljoprivreda i proizvodnja hrane u novom europskom okruženju*. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 16 i 17.12. Zbornik radova 161-170.

ŠTAFI, Z., DANJEK, I. (1997.): Proizvodnja kvalitetne krme u slijedu kao tehnološka osnovicaza visoku proizvodnju mlijeka po hektaru, *Mljekarstvo*, 47(1), 3-16.

ŠTAFI, Z., GRGIĆ, Z., MAČEŠIĆ, D., DANJEK, I., UHER, D. (1998.): Proizvodnja krme u slijedu na obiteljskom gospodarstvu, *Mljekarstvo*, 48 (4), 211-226.

Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen fixation, FAO, 1989.

ŠTAFI, Z., REDŽEPOVIĆ, S., GRBEŠA, D., UHER, D., MAĆEŠIĆ, D., LETO, J. (1999.): Utjecaj bakterizacije i prihrane KAN-om na osobine, prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi s pšenicom, Zagreb, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 64 (3), 211-222.

UHER, D., ŠTAFI, Z., BLAŽINKOV, M., KAUČIĆ, D. (2006.): Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinose zrna ozimog graška u smjesi s pšenicom, *Sjemenarstvo* 23 (2), 115-130.

Adrese autora - Authors addresses:

Mr. sc. Darko Uher¹

Prof. dr. sc. Zvonimir Štafa¹

Doc. dr. sc. Zlatko Svečnjak¹

Prof. dr. sc. Sulejman Redžepović²

Mr. sc. Mihaela Blažinkov²

Mr. sc. Dražen Kaučić³

¹ Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

² Zavod za mikrobiologiju

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska cesta 25, Zagreb

³ Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

Prispjelo - Received: 16.03.2006.

Prihvaćeno - Accepted: 04.10.2006.