

UTJECAJ BAKTERIZACIJE I PRIHRANE DUŠIKOM NA KAKVOĆU I PRINOS OZIMOG GRAŠKA U SMJESI S PŠENICOM

EFFECT OF INOCULATION AND NITROGEN TOP-DRESSING ON QUALITY AND YIELDS OF WINTER PEA IN WHEAT MIXTURE

D. Uher, Z. Štafa, S. Redžepović, M. Knežević

SAŽETAK

Dvogodišnjim istraživanjima (1999. do 2001.g.) utvrđivan je utjecaj bakterizacije sjemena ozimog graška i prihrane dušikom na broj i 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. Najveći broj kvržica na korijenu graška utvrđen je na varijanti bakteriziranoj sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* (34 kvržice/biljci), kao i masa suhe tvari kvržica na korijenu graška (0,185 g/biljci). Ukupni prinosi suhe tvari iznosili su od 14.41 t ha⁻¹ (kontrola bez bakterizacije sjemena graška i prihrane dušikom) do 17.04 t ha⁻¹ (bakterizacija sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*). Prinosi sirovih bjelančevina graška u 2001. g. varirali su od 1781 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom 2 x 100 kg/ha KAN-a) do 2269 kg ha⁻¹ (bakterizacija), a pšenice od 902 kg ha⁻¹ (kontrola) do 1270 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi sirovih bjelančevina smjese iznosili su od 2812 kg ha⁻¹ (kontrola) do 3294 kg ha⁻¹ (bakterizacija).

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

ABSTRACT

Two year field trials (1999-2001) were carried out to determine the effect of seed winter pea inoculation and nitrogen top-dressing on number and nodule dry weight g /plant 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 number on pea root (34 nodule/plant) was determined on the inoculated variant variety of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* as well as nodule dry weight (0,185 g/plant). Total dry matter yields were ranging from 14,41 t ha⁻¹ (control without inoculated seed of winter pea and nitrogen top-dressing) up to 17,04 t ha⁻¹ (inoculated variety of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*). Yields of pea crude proteins in 2001 were ranging from 1781 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing 2 x 100 kg ha⁻¹ 27 % ammonium nitrate NH₄NO₃) up to 2269 kg ha⁻¹ (inoculation) and in wheat, those values were from 902 kg ha⁻¹ (control) up to 1270 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing). Total crude proteins mixture yields were from 2812 kg ha⁻¹ (control) up to 3294 kg ha⁻¹ (inoculation).

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

UVOD I PREGLED LITERATURE

Skoro u svim agroekološkim uvjetima ako se uspoređuje učinak djelovanja pojedinih elemenata kako na biološki tako i na poljoprivredni prinos, dušik utječe na povećanje toga prinosa. Isto tako, kod svih biljnih vrsta dušik najviše utječe i na povećanu proizvodnju organske tvari. Za povećanu proizvodnju organske tvari treba i povećana količina hraniva, naročito dušika.

Mahunarke sadrže velike količine bjelančevina u nadzemnoj masi, te zato trebaju i veće količine dušika za formiranje prinosa. One mogu znatan dio

potrebnog dušika osigurati putem biološke fiksacije 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 učinkovitim 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 obnovljivi izvor (Strunjak i Redžepović 1986.).

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 i na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima, koja se inače javljaju kod intenzivne primjene 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, 1997.), odnosno, u svijetu industrijskim Haber-Bosch postupkom osigurava se 60×10^6 t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989.).

Mahunarke po hektaru nakon žetve u tlu ostavljaju nekoliko tona lako razgradljive korijenove mase i strni kojom obogaćuju tlo organskom tvari, bogatom 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 učinkovitim sojevima bakterija s ciljem što uspješnijeg uzgajanja mahunarki, većeg prinosa, više kakvoće, uz smanjena ulaganja.

MATERIJAL I METODE RADA

U Maksimiru 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 i pšenice cv. Sana, a u 2001. godini i na krmnu vrijednost proizvedene mase.

Istraživanja su provedena slučajnim bloknim rasporedom varijanata u četiri ponavljanja, a istraživane su slijedeće 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).

Na pokusnom polju Agronomskog fakulteta tlo je aluvijalno-koluvijalno smeđe, razvijeno na aluviju, slabo kisele reakcije (pH u n KCl je 6,0). U sloju od 0 do 20 cm sadrži 2,7 % humusa, a u sloju od 20 do 60 cm 1,4 %. Tlo je sadržavalo 20,2 mg P₂O₅/100 g tla i 12,2 mg K₂O/100 g tla.

Prema podacima meteorološke postaje Zagreb-Maksimir, područje Zagreba prema Langovom kišnom faktoru (80,4) ima humidnu klimu (tablica 1.). Tijekom dvije godine istraživanja bile su prosječne temperature zraka više od desetogodišnjeg prosjeka osobito 2000. godine u veljači, ožujku, travnju i svibnju, a 2001. godine u veljači, ožujku i svibnju. Tijekom veljače u obje godine, a u ožujku, travnju i svibnju 2000. godine palo je manje, dok je u navedenim mjesecima 2001. godine palo više oborina od desetogodišnjeg prosjeka.

Tlo je za sve varijante predsjetveno 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). Sjeme graška varijanata 2 i 4 bakterizirano je neposredno pred sjetvu sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za Mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Norma sjetve je bila 100 zrna graška/m² cv. Maksimirski ozimi i 200 zrna/m² pšenice cv. Sana. Dubina sjetve za pšenicu i grašak je iznosila 5 cm. Prvo su sijane varijante kontrole i prihrane KAN-om, a zatim bakterizirane varijante. Varijante 3 i 4 su prihranjivane tijekom vegetacije dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a). Ukupno je dano 94 kg dušika.

Osobine i urodi mase smjese koja je bila ujednačena utvrđivani su na parceli poljskom vagom s površine 10 m² za svaku varijantu i ponavljanje, 29. svibnja 2000. i 30. 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 30.05. 2001. godine.

Broj i masa suhe tvari kvržica utvrđivani su na korijenu pet biljaka graška 28. 05. 2000. i 27. 05. 2001. na svakoj varijanti po ponavljanjima neposredno pred utvrđivanje prinosa. Uzorci biljaka graška bili su izvađeni 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 Maksimir).

Table 1. Average monthly air temperature and rainfall 1999, 2000, 2001 and multy year average (Weather station Maksimir).

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	1	-1,6	4	1,2	47	17	79
II	2,2	4,6	4,9	3,5	62	18	13	28,3
III	8,7	7,8	10,4	7,0	37	46	100	52,2
IV	12,5	14,2	10,6	11,6	64	54	79	62,7
V	16,6	17,5	17,8	16,8	128	39	71	66,8
VI	19,7	21,6	18,4	19,8	85	47	118	94,8
VII	21,5	20,9	21,8	20,4	101	79	55	78,9
VIII	20,8	23,1	22,5	21,6	76	10	14	89,0
IX	18,7	16,6	14,4	16,2	52	85	176	111,0
X	11,7	13,4	14,3	11,7	100	92	8	86,9
XI	3,6	9,2	3,6	5,6	71	109	86	88,6
XII	1,7	4,6	-1,6	1,1	99	118	24	72,8
Prosjek Average	11,6	12,7	11,8	11,4	-	-	-	-
Ukupno Total	-	-	-	-	921	712	823	873,4

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Broj kvržica na korijenu graška po biljci

Najveći broj kvržica na biljci graška prve godine istraživanja utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (41) i kontroli 1 (37) koje su imale signifikantno veći broj kvržica na korijenu graška (tablica 2) u odnosu na broj kvržica na prihranjivanoj varijanti 3 (31) i 4 (32).

I druge je godine utvrđen najveći broj kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante 2 (27) koji je bio signifikantno veći u odnosu na broj kvržica na korijenu ostalih varijanata (tablica 2.).

Tablica 2. Broj kvržica na korijenu graška

Table 2. Nodule number on pea root

Varijanta/Variant	Broj kvržica na korijenu graška/biljci Nodule number on winter pea root/plant		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola/Control	37	25	31,0
Bakterizacija/Inoculation	41	27	34,0
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	31	18	24,5
Bakterizacija+prihrana/ Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	32	17	24,5
Prosjek godina/Average year	35,3	21,8	
LSD 0,05			0,8 kvržica/nodule
LSD 0,05 †			1,0 kvržica/nodule
LSD 0,05 ‡			1,3 kvržica/nodule
			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 comparing means within year ‡ values for comparing means across year

U prosjeku najveći broj kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (34), a bio je signifikantno veći u odnosu na broj kvržica ostalih varijanata.

Interakcija godina x varijanta u broju kvržica na korijenu graška je bila signifikantna. Sve su varijante istraživanja u 2000.g. imale signifikantno veći broj kvržica na korijenu graška u odnosu na 2001.g.

Suha tvar kvržica na korijenu graška

Bakterizirana varijanta 2 (0,22 g) je prve godine istraživanja imala signifikantno veću masu suhe tvari kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante (tablica 3.).

Tablica 3. Masa suhe tvari kvržica (g/biljci)

Table 3. Nodule dry matter weight (g/plant)

Varijanta/Variant	Masa suhe tvari kvržica (g/biljci) Nodule dry matter weight (g/plant)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola/Control	0,18	0,12	0,150
Bakterizacija/Inoculation	0,22	0,15	0,185
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	0,16	0,09	0,125
Bakterizacija+prihrana/ Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	0,15	0,08	0,115
Prosjek godina/Average year	0,178	0,110	
LSD 0,05			0,012 g/plant
LSD 0,05 †			0,022 g/plant
LSD 0,05 ‡			0,025 g/plant
			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 comparing means within year ‡ values for comparing means across year

Druge godine istraživanja utvrđena je također najveća masa suhe tvari kvržica na bakteriziranoj varijanti 2 (0,15 g) koja je imala signifikantno veću masu suhe tvari kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante.

U prosjeku najveća masa suhe tvari kvržica na korijenu graška (0,185 g) utvrđena je na bakteriziranoj varijanti 2 u odnosu na masu suhe tvari kvržica ostalih varijanti istraživanja.

Interakcija godina x varijanta u masi suhe tvari kvržica bila je značajno opravdana. Sve su varijante istraživanja u 2000.g. imale signifikantno veću masu suhe tvari kvržica u odnosu na 2001.g.

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

Prve godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška ($10,15\ t\ ha^{-1}$) (tablica 4.) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

Tablica 4. Prinos suhe tvari graška ($t\ ha^{-1}$)
Table 4. Pea dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta/Variant	Prinos graška ($t\ ha^{-1}$) Winter pea yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjeak varijanata Average variant
Kontrola/Control	8,32	6,82	7,57
Bakterizacija/Inoculation	10,15	7,99	9,07
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	7,02	6,27	6,65
Bakterizacija+prihrana/ Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	6,21	6,77	6,49
Prosjeak godina/Average year	7,93	6,96	
LSD 0,05			0,36 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			0,42 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			0,84 $t\ ha^{-1}$
			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 comparing means within year ‡ values for comparing means across year

Između KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (7,02 t ha⁻¹) i 4 (6,21 t ha⁻¹) utvrđene su opravdane razlike u prinosisima suhe tvari graška (P>0.05).

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 imala je također signifikantno veći prinos suhe tvari graška (7,99 t ha⁻¹) (tablica 4.) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

U prosjeku bakterizirana varijanta 2 imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška (9,07 t ha⁻¹) u odnosu na prinose ostalih varijanata.

Interakcija godina x varijanta u prinosu suhe tvari graška bila je signifikantna.

Prinosi suhe tvari pšenice (t ha⁻¹)

KAN-om prihranjivana varijanta 3 prve godine istraživanja imala je signifikantno veći prinos suhe tvari pšenice (7,20 t ha⁻¹) od prinosa suhe tvari kontrolne varijante 1 (3,10 t ha⁻¹), bakterizirane varijante 2 (4,95 t ha⁻¹) i varijante 4 (5,12 t ha⁻¹).

Tablica 5. Prinos suhe tvari pšenice t ha⁻¹
Table 5. Wheat dry matter yield (t ha⁻¹)

Varijanta/Variant	Prinos pšenice (t ha ⁻¹) Winter wheat yield (t ha ⁻¹)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola/Control	3,10	10,58	6,84
Bakterizacija/Inoculation	4,95	10,99	7,97
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	7,20	12,83	10,02
Bakterizacija+prihrana/ Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	5,12	12,04	8,58
Prosjek godina/Average year	5,09	11,61	
LSD 0,05			0,30 t ha ⁻¹
LSD 0,05 †			0,29 t ha ⁻¹
LSD 0,05 ‡			0,59 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 comparing means within year ‡ values for comparing means across year

U drugoj godini KAN-om prihranjivana varijanta 3 također je imala signifikantno veći prinos suhe tvari pšenice ($12,83 \text{ t ha}^{-1}$) od kontrolne varijante 1 ($10,58 \text{ t ha}^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($10,99 \text{ t ha}^{-1}$). U prosjeku su KAN-om prihranjivane varijante 3 ($10,02 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($8,58 \text{ t ha}^{-1}$) imale signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice od kontrolne varijante 1 ($6,84 \text{ t ha}^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($7,97 \text{ t ha}^{-1}$).

Interakcija godina x varijanta u prinosima suhe tvari pšenice je bila signifikantna. Sve su istraživane varijante u 2001. godini imale signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice u odnosu na prinose u 2000. godini (tablica 5.).

Ukupni prinosi suhe tvari smjese graška i pšenice (t ha^{-1})

Između bakterizirane varijante 2 ($15,10 \text{ t ha}^{-1}$) i KAN-om prihranjivane varijante 3 ($14,22 \text{ t ha}^{-1}$) utvrđene su signifikantne razlike u ukupnim prinosima suhe tvari smjese (tablica 6.), međutim obje su varijante imale veće ukupne prinose suhe tvari u odnosu na prinose kontrolne varijante 1 ($11,42 \text{ t ha}^{-1}$) i varijante 4 ($11,33 \text{ t ha}^{-1}$).

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 ($18,98 \text{ t ha}^{-1}$) i KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($19,09 \text{ t ha}^{-1}$) imale su signifikantno veći ukupni prinos suhe tvari smjese od kontrolne varijante 1 ($17,40 \text{ t ha}^{-1}$) ali ne i od bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 ($18,80 \text{ t ha}^{-1}$).

U prosjeku su postignuti signifikantno veći ukupni prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i pšenice u varijantama 2 ($17,04 \text{ t ha}^{-1}$), 3 ($16,66 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($15,07 \text{ t ha}^{-1}$) u odnosu na kontrolu 1 ($14,41 \text{ t ha}^{-1}$).

Interakcija godina x varijanta u ukupnom prinosu suhe tvari ozime smjese graška i pšenice bila je signifikantna. 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 (2269 kg ha^{-1}) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina graška (tablica 7.) u odnosu na prinos kontrolne varijante 1 (1910 kg ha^{-1}), KAN-om prihranjivane varijante 3 (1781 kg ha^{-1}) te varijante 4 (1963 kg ha^{-1}). Između kontrole 1 (1910 kg ha^{-1}), KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (1781 kg ha^{-1}) i 4 (1963 kg ha^{-1}) također su utvrđene signifikantne razlike u prinosima sirovih bjelančevina graška ($P > 0.05$).

Tablica 6. Ukupni prinosi suhe tvari smjese (t ha^{-1})

Table 6. Total dry matter yield (t ha⁻¹)

Varijanta/Variant	Ukupni prinosi smjese graška i pšenice (t ha ⁻¹) Total winter pea and wheat mixture yield (t ha ⁻¹)		
	Godina/Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola/Control	11,42	17,40	14,41
Bakterizacija/Inoculation	15,10	18,98	17,04
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	14,22	19,09	16,66
Bakterizacija+prihrana/ Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	11,33	18,80	15,07
Prosjek godina/Average year	13,02	18,57	
LSD 0,05			0,52 t ha ⁻¹
LSD 0,05 †			0,65 t ha ⁻¹
LSD 0,05 ‡			1,11 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 comparing means within year ‡ values for comparing means across year

Tablica 7. Prinosi sirovih bjelančevina ozime smjese u kg ha⁻¹ (2001. g.)

Table 7. Crude protein winter mixture yield, kg ha⁻¹ (2001)

Varijanta - Variant	Prinosi sirovih bjelančevina kg ha ⁻¹ Crude protein yield kg ha ⁻¹		
	Grašak Pea	Pšenica Wheat	Ukupno Total
Kontrola/Control	1910	902	2812
Bakterizacija/Inoculation	2269	1025	3294
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	1781	1270	3051
Bakterizacija + prihrana dušikom Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	1963	1190	3153
LSD 0,05	113	72	165

Prihranjivana varijanta 3 (1270 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina pšenice od prinosa kontrolne varijante (902 kg ha⁻¹), bakterizirane varijante 2 (1025 kg ha⁻¹), i varijante 4 (1190 kg ha⁻¹). Pšenica bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 (1190 kg ha⁻¹) je imala signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina pšenice od prinosa kontrole 1 (902 kg ha⁻¹). Bakterizirana varijanta 2 (3294 kg ha⁻¹) postigla je signifikantno najveći ukupni prinos sirovih bjelančevina smjese u odnosu na prinose kontrole (2812 kg ha⁻¹) i KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (3051 kg ha⁻¹) i 4 (3153 kg ha⁻¹). KAN-om prihranjivana varijanta 4 (3153 kg ha⁻¹) je imala signifikantno veći ukupni prinos sirovih bjelančevina smjese od kontrolne varijante 1 (2812 kg ha⁻¹).

RASPRAVA

Mnoga istraživanja pokazuju da povećanje broja ljudi u svijetu i promjene u ekonomskom razvoju (porast veličine naselja i povećanje industrijske proizvodnje utječu na pad veličine poljoprivredne površine po jednom čovjeku) zahtijevaju povećanje poljoprivredne proizvodnje u ovom stoljeću. Među mnogim čimbenicima koji bi doprinijeli povećanju proizvodnje organske tvari dušik će imati još važnije mjesto nego što je imao do sada. Može se očekivati da dosadašnji izvori dušika (tj. organska i mineralna gnojiva) neće biti dovoljna da osiguraju zahtjeve i potrebe za ovom povećanom poljoprivrednom proizvodnjom. Stoga će biološka i tehnološka fiksacija dušika dobiti dominantno značenje u realizaciji potreba dušika za proizvodnju hrane sve većem broju stanovnika naše planete. Iz toga proizlazi da će ovaj problem zahtijevati puno veću pažnju u istraživanju nego što je do sada imao.

U tu su svrhu provedena istraživanja na pokušalištu Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja u Maksimiru sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za Mikrobiologiju, kojim je bakterizirano sjeme ozimog graška cv. Maksimirski ozimi sa svrhom da se utvrdi učinkovitost simbioznog odnosa navedenog soja i graška cv. Maksimirski ozimi. Tijekom vegetacije utvrđivan je ukupan broj i masa suhe tvari kvržica na korijenu, kao i prinosi i kakvoća proizvedene mase graška u smjesi s pšenicom.

Najveća masa suhe tvari kvržica utvrđena je na bakteriziranoj varijanti 2 (0,22 g u prvoj godini istraživanja i 0,15 g u drugoj godini) što je u suglasju s

rezultatima Brkić i sur. (2004.) koji su utvrdili 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 da li je sjeme graška bilo bakterizirano. Uher i sur. (2006) su također utvrdili u prosjeku najveću masu suhe tvari kvržica na bakteriziranoj varijanti (0,185 g/biljci) u odnosu na ostale istraživane varijante.

Bakterizirana varijanta 2 (9,07 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 s trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili nešto manji prinos suhe tvari graška također na bakteriziranoj varijanti 2 (8,05 t ha⁻¹).

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (10,02 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (7,97 t ha⁻¹) i kontrolu (6,84 t ha⁻¹) što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili prinos suhe tvari pšenice na KAN-om prihranjivanim varijantama 3 (7,8 t ha⁻¹) i 4 (7,45 t ha⁻¹).

Bakterizirana varijanta 2 (17,04 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 utvrdili nešto manje ukupne prinose suhe tvari smjese 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 (2269 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.

Prihranjivana varijanta 3 (1270 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 (3294 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

Na temelju dvogodišnjih istraživanja učinkovitosti *Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae* na ozimom grašku cv. Maksimirski ozimi u smjesi s pšenicom cv. Sana provedenih na pokušalištu Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja u Maksimiru može se zaključiti:

- Utvrđena je signifikantno veća prosječna masa suhe tvari kvržica (0,185 g) na korijenu graška bakterizirane varijante u odnosu na ostale varijante u obje godine istraživanja.
- Prihrana KAN-om signifikantno je smanjila masu suhe tvari kvržica na korijenu graška.
- Bakterizirana varijanta 2 imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na ostale istraživane varijante.
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 je imala signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice u odnosu na bakteriziranu varijantu 2, kontrolu i varijantu 4.
- Bakterizirana varijanta 2 imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina graška u odnosu na ostale istraživane varijante.
- Prihranjivana varijanta 3 imala je veće prinose sirovih bjelančevina pšenice u odnosu na ostale varijante.
- Najveći prinos sirovih bjelančevina smjese postignut je bakteriziranom varijantom 2 u odnosu na ostale varijante istraživanja.

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.

- DLG Futterwerttabellen-Wiederkäuer (1997): Frankfurt.
- Evans H. J., Barber L. E.** (1997): Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science* 197. 332-339.
- 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.
- Štafa Z., Danjek I., Crnobrnja L., Dogan Z.** (1993): Proizvodnja krme za 15 000 l mlijeka s 1 hektara, *Poljoprivredne aktualnosti* br. 29, str. 483-492.
- Štafa Z., Danjek I.** (1997): Proizvodnja kvalitetne krme u slijedu kao tehnološka osnovica za visoku proizvodnju mlijeka po hektaru, *Zagreb , Mljekarstvo*, 47(1), 3-16.
- Štafa Z., Grgić Z., Maćešić D., Danjek I., Uher D.** (1998): Proizvodnja krme u slijedu na obiteljskom gospodarstvu, *Zagreb, Mljekarstvo*, 48 (4), 211-226.
- Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen fixation, FAO, 1989.
- Štafa 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., Štafa 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:

Primljeno: 09. 04. 2006.

Mr. sc. Darko Uher¹

Prof. dr. sc. Zvonimir Štafa¹

Prof. dr. sc. Sulejman Redžepović²

Prof. dr. sc. Mladen Knežević¹

¹Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

²Zavod za Mikrobiologiju

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb