

Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi s pšenicom

Darko Uher, Zvonimir Štafa, Mihaela Blažinkov

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 631.115.1

Sažetak

Dvogodišnjim istraživanjima (1999. do 2001.g.) utvrđivan je utjecaj učinkovitosti bakterizacije sjemena ozimog graška i prihrane dušikom na broj i aktivnost kvržica na korijenu graška, te prinos zelene mase, suhe tvari i krmnu vrijednost smjese graška cv. Maksimirski ozimi i pšenice cv. Sana. Prije sjetve izvršena je predstjetvena bakterizacija sjemena graška s autohtonim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U utvrđivanju (25. 04. 2000. i 2001.) ukupni najveći broj kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj varijanti (154), kao i aktivni broj kvržica 144. Prosječni prinosi zelene mase smjese iznosili su od 46,3 t ha⁻¹ (kontrola) do 54,7 t ha⁻¹ (bakterizacija). U ukupnom prinosu zelene mase, udio mase graška iznosio je od 28 % (prihrana dušikom) pa do 34 % (kontrola). Ukupni prinosi suhe tvari iznosili su od 11,65 t ha⁻¹ (kontrola) pa do 13,25 t ha⁻¹ (prihrana dušikom). U masi bakterizirane varijante 2 i kontrolne varijante 1 je utvrđen veći udio graška u suhoj tvari (29,6 i 28 %) u odnosu na dušikom prihranjivane varijante 3 (23,8 %) i 4 (22,5 %). Prinosi sirovih bjelančevina graška u 2001. g. varirali su od 196 kg ha⁻¹ (kontrola) do 300 kg ha⁻¹ (bakterizacija), a pšenice od 1 707 kg ha⁻¹ (kontrola) do 2 111 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi sirovih bjelančevina smjese iznosili su od 1 903 kg ha⁻¹ (kontrola) do 2 407 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom).

Ključne riječi: bakterizacija, prihrana dušikom, prinos zelene mase, prinos suhe tvari, krmna vrijednost

Uvod i pregled literature

Potrebne količine krme trebalo bi proizvesti na vlastitom gospodarstvu. U tu svrhu traže se rješenja kako potrebnu hranu proizvoditi racionalnije i rentabilnije štednjom fosilne energije, te kako je moguće potrebe na energiji namiriti iz obnovljivih izvora svake godine iz organske tvari. Za povećanu proizvodnju organske tvari treba i povećana količina hranjiva, a osobito dušika. Za vezanje 1 kg dušika industrija potroši oko 80 MJ energije, dok je za

proizvodnju 1 kg P_2O_5 potrebno 12 MJ, a za proizvodnju 1 kg K_2O potrebno je samo 8 MJ energije (Strunjak, Redžepović, 1986.).

Različitim porodicama biljaka potrebne su različite količine dušika. Veće su potrebe pri intenzivnoj proizvodnji i korištenju. Dušik je osobito potreban kulturama koje daju visoke prinose mase vrlo visoke kakvoće. Vrlo visoku kakvoću krme imaju neke vrste iz porodice mahunarki. One obično daju i visoke prinose, a potrebne velike količine dušika namiruju iz tla. Dio potrebnog dušika te mahunarke mogu namiriti biološkim vezanjem iz atmosfere u kojoj ga ima oko 78 % ili nad svakim hektarom 6 400 kg (FAO 1984). Za vezanje dušika iz atmosfere mahunarke troše solarnu energiju akumuliranu u asimilatima biljke domaćina. Vezanje dušika iz atmosfere je učinkovitije ako mahunarke žive u simbiozi s učinkovitim sojem kvržičnih bakterija, koje mogu gotovo u potpunosti namiriti potrebe biljke za dušikom.

Soja po jedinici prinosa zrna treba četiri puta više dušika nego žitarice (Hardy i Havelka, 1975.). Za namirenje tih potreba na dušiku industrija treba utrošiti određene količine energije, stoga su razumljiva nastojanja da se mahunarkama omogući maksimalno korištenje dušika iz atmosfere, tim više što se za njegovu redukciju koristi solarna energija iz obnovljivog izvora (Strunjak, Redžepović, 1984.). Za poljoprivrednu proizvodnju vrlo je značajna simbioza kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* i mahunarki kojom se biološki veže atmosferski dušik, koji se odmah koristi za sintezu bjelančevina u biljci. Na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima, koje se inače javljaju kod intenzivne primjene mineralnih dušičnih gnojiva.

Mahunarke uzgajane za zrno, sijeno, ispašu, zelenu gnojidbu, ili druge svrhe, putem svojih simbionata na cijeloj zemlji vežu 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, industrijskim Haber-Bosch postupkom u svijetu se osigurava 60×10^6 t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989.).

Nakon skidanja mahunarki u tlu ostaje (po hektaru) nekoliko tona lako razgradive korjenove mase i strni čime obogaćuju tlo organskom tvari bogate dušikom (Russel, 19950.). Na taj se način održava plodnost tla i kulturama koje slijede u plodoredu omogućuje vezani atmosferski dušik, (Bonnier i Brakel, 1969.).

Zbog čitavog niza prednosti biološkog vezanja dušika, nastoji se tom vezanju dati veće značenje i više ga intenzivirati bakterizacijom sjemena ma-

hunarki, za tu svrhu odabranim djelotvornim sojevima, a radi što uspješnijeg uzgajanja mahunarki većeg prinosa i bolje kakvoće, uz smanjena ulaganja.

Materijal i metode rada

U Maksimiru od 1999./2000. do 2000./2001. godine provedena su 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).

Na pokusnom polju Agronomskog fakulteta tlo je aluvijalno-koluvijalno smeđe, razvijeno na aluviju, slabo kisele reakcije (pH u nKCl je 6,0). Tlo 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 prosječne temperature zraka bile su više od desetogodišnjeg prosjeka, osobito 2000. godine u veljači, ožujku, travnju i svibnju, a 2001. godine u veljači, ožujku i svibnju. U veljači obje godine istraživanja količine oborina bile su manje od desetogodišnjeg prosjeka. U ožujku, travnju i svibnju 2001. godine bila je veća količina oborina, a 2000. godine manja količina oborina od desetogodišnjeg prosjeka.

Tlo je za sve varijante predstajeno gnojeno s 500 kg ha⁻¹ NPK kombinacije 8:26:26 (40:130:130 kg ha⁻¹). Bakterizacija sjemena graška izvršena je neposredno pred sjetvu (varijante 2 i 4) autohtonim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta. Varijante 3 i 4 tijekom vegetacije prihranjivane su 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

poljskom vagonu na parceli s površine 10 m² za svaku varijantu i ponavljanje, (30. travnja 2000. i 28. travnja 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, a krmna vrijednost graška i pšenice utvrđena je metodom A.O.A.C. (1984.) iz uzetih uzoraka 28. 04. 2001. godine.

Broj kvržica utvrđivan je na korijenu pet biljaka graška 25.04.2000. i 2001. na svakoj varijanti po ponavljanjima. Uzorci biljaka graška izvađeni su iz tla do dubine od 30 cm za svaku kombinaciju i ponavljanje. 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 in the year 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	41,4
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 aktivnih kvržica na korijenu graška

Aktivan broj kvržica na korijenu pet biljaka graška jako je varirao po varijantama, ali i godinama (tablica 2.). Najveći aktivni broj kvržica prve

Tablica 2: Prosječan broj kvržica na koriјenu graška (25.04. 2000. i 2001.)
Table 2: Average nodule number on pea root (25th April, 2000 and 2001)

Varijanta Variant	Broj aktivnih kvržica Active nodule number		Broj neaktivnih kvržica Nonactive nodule number		Ukupno kvržica Total nodule number	
	Godina Year		Godina Year		Godina Year	
	2000.	2001.	2000.	2001.	2000.	2001.
Kontrola Control	114	130	9	9	123	139
Bakterizacija Inoculation	128	160	9	11	137	171
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	86	110	16	13	102	123
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	95	120	19	15	114	135
Prosjeak godina Average year	105,8	130	13,3	12	119	142
LSD 0,05					6,9	1,7
LSD 0,05 †					5,3	1,3
LSD 0,05 ‡					9,4	2,9
					Signifikantnost Significant	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

godine istraživanja utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (128) i kontroli 1 (114) koje su imale signifikantno veći broj kvržica na korijenu graška u odnosu na broj kvržica na prihranjivanoj varijanti 3 (86) i bakteriziranoj i prihranjivanoj varijanti 4 (95).

I druge je godine utvrđen najveći broj aktivnih kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante 2 (160) koji je bio signifikantno veći u odnosu na broj aktivnih kvržica na korijenu ostalih varijanata.

U prosjeku najveći broj aktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (144), a bio je signifikantno veći u odnosu na broj kvržica ostalih varijanata. Bakterizirana i KAN-om prihranjivana varijanta 4 (107) imala je u prosjeku signifikantno veći broj aktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na prihranjivanu varijantu 3 (98).

Broj neaktivnih kvržica na korijenu graška

Neaktivni broj kvržica varirao je po varijantama, ali i godinama istraživanja (tablica 2.). Najveći broj neaktivnih kvržica prve godine utvrđen je na korijenu graška bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 (19) koja je imala signifikantno veći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante.

Druge godine istraživanja utvrđen je najveći broj neaktivnih kvržica na bakteriziranoj varijanti i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (15) koja je imala signifikantno veći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante.

U prosjeku najveći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (17), a bio je signifikantno veći u odnosu na broj kvržica ostalih varijanti istraživanja.

Ukupni broj kvržica na korijenu graška

Najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška u obje godine istraživanja (tablica 2.) utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (154), a najmanji na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (113).

Prinosi zelene mase graška u smjesi (t ha⁻¹)

Nepovoljne klimatske prilike nakon sjetve u jesen 1999. godine (suviše oborina) i nedostatak oborina u proljeće 2000. godine utjecale su na rezultate istraživanja (tablica 3).

Tablica 3: Prinosi zelene mase smjese ozimog graška i pšenice ($t\ ha^{-1}$)
 Table 3: Winter pea and wheat mixture green yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta Variant	Prinos graška ($t\ ha^{-1}$) Pea yield ($t\ ha^{-1}$)		Prinos pšenice ($t\ ha^{-1}$) Wheat yield ($t\ ha^{-1}$)		Ukupni prinosi ($t\ ha^{-1}$) Total yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina Year	Prosjeck varijantata Average variant	Godina/ Year	Prosjeck varijantata Average variant	Godina Year	Prosjeck varijantata Average variant	
	2000.	2001.	2000.	2001.	2000.	2001.	
Kontrola Control	22	9,8	11,8	48,9	33,8	58,7	46,3
Bakterizacija Inoculation	26	17	13,8	52,6	39,8	69,6	54,7
Prihrana dušikom Nitrogen Top -Dressing	18	11,5	19	57,1	37	68,6	52,8
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top -Dressing	18,5	12,6	14,8	55,6	33,3	68,2	50,8
Prosjeck godina Average year	21,1	12,7	14,9	53,6	35,9	66,3	
LSD 0,05							4,3 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †							5,3 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡							6,9 $t\ ha^{-1}$
Godina /Year							Signifikantnost Significant
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 prvoj godini istraživanja bakterizirana varijanta 2 (26 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na ostale varijante. Kontrolna varijanta 1 (22 t ha⁻¹) je imala signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na prinose varijanate 3 (18 t ha⁻¹) i varijante 4 (18,5 t ha⁻¹).

U drugoj godini također je bakterizirana varijanta 2 (17 t ha⁻¹) imala signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na ostale varijante istraživanja. Bakterizirana i KAN-om prihranjivana varijanta 4 (12,6 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na kontrolu 1 (9,8 t ha⁻¹), a u odnosu na varijantu 3 (11,5 t ha⁻¹) ta razlika nije bila značajna.

U prosjeku je bakterizirana varijanta 2 (21,5 t ha⁻¹) imala signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na ostale varijante istraživanja, dok razlike u prinosima između ostalih varijanata istraživanja nisu bile signifikantne.

Prinosi zelene mase pšenice u smjesi (t ha⁻¹)

Prve je godine KAN-om prihranjivana varijanta 3 (19 t ha⁻¹) imala signifikantno viši prinos zelene mase pšenice od prinosa zelene mase pšenice kontrolne varijante 1 (11,8 t ha⁻¹) i bakterizirane varijante 2 (13,8 t ha⁻¹), a u odnosu na bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4 (14,8 t ha⁻¹) ta razlika nije bila signifikantna (tablica 3.). KAN-om prihranjivane varijante 3 (57,1 t ha⁻¹) i 4 (55,6 t ha⁻¹) u drugoj godini istraživanja imale su signifikantno više prinose zelene mase pšenice u odnosu na prinose zelene mase kontrole 1 (48,9 t ha⁻¹).

KAN-om prihranjivana varijanta 3 imala je (38,1 t ha⁻¹) u prosjeku signifikantno viši prinos zelene mase pšenice u odnosu na prinose zelene mase kontrolne varijante 1 (30,4 t ha⁻¹) i bakterizirane varijante 2 (33,2 t ha⁻¹). Između prinosa zelene mase pšenice bakterizirane varijante 2 (33,2 t ha⁻¹) i varijante 4 (35,2 t ha⁻¹) nisu bile utvrđene signifikantne razlike.

Ukupni prinosi zelene mase smjese graška i pšenice (t ha⁻¹)

Ukupni prinosi zelene mase smjese varirali su po godinama i varijantama, a ovisili su o gnojidbi, odnosno bakterizaciji i oborinama (tablica 3.). Prve godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 (39,8 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći ukupni prinos zelene mase u odnosu na kontrolnu varijantu 1 (33,8 t ha⁻¹) i bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4 (33,3 t ha⁻¹). Druge su godine utvrđeni znatno viši prinosi zelene mase sa svim varijantama u odnosu na prinose iz prve godine zbog povoljnije količine i rasporeda oborina tijekom

proljeća. KAN-om prihranjivana varijanta 3 (68,6 t ha⁻¹) i bakterizirana varijanta 2 (69,6 t ha⁻¹) imale su signifikantno veći ukupni prinos zelene mase smjese u odnosu na kontrolu 1 (58,7 t ha⁻¹).

U prosjeku postignuti su visoki prinosi zelene mase smjese sa svim varijantama, a iznosili su od 46,3 t ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti 1 do 54,7 t ha⁻¹ na bakteriziranoj varijanti 2 koja je imala signifikantno veći ukupni prinos zelene mase u odnosu na kontrolnu varijantu 1 (46,3 t ha⁻¹).

Prinosi suhe tvari graška (t ha⁻¹)

Prve godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 (5,7 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška (tablica 4.) u odnosu na KAN-om prihranjivanu varijantu 3 (4,3 t ha⁻¹) i bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4 (3,7 t ha⁻¹).

Druge godine je KAN-om prihranjivana varijanta 3 (2,0 t ha⁻¹) imala signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na kontrolnu varijantu 1 (1,2 t ha⁻¹). KAN-om prihranjivane varijante 3 i 4 nisu imale signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (1,8 t ha⁻¹).

U prosjeku bakterizirana varijanta 2 (3,75 t ha⁻¹) dala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na KAN-om prihranjivanu varijantu 3 (3,15 t ha⁻¹) i varijantu 4 (2,65 t ha⁻¹), dok u odnosu na prinos kontrolne varijante 1 (3,25 t ha⁻¹) nisu utvrđene signifikantne razlike.

Prinosi suhe tvari pšenice (t ha⁻¹)

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (5,3 t ha⁻¹) prve godine istraživanja dala je signifikantno veći prinos suhe tvari pšenice od prinosa suhe tvari ostalih varijanata istraživanja (tablica 4.). Između kontrole, bakterizacije te bakterizacije i KAN-om prihranjivane varijante nisu bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima suhe tvari pšenice.

U drugoj godini KAN-om prihranjivane varijante 3 (14,9 t ha⁻¹) i 4 (14,8 t ha⁻¹) imale su signifikantno viši prinos suhe tvari pšenice od kontrolne varijante 1 (13,7 t ha⁻¹). U drugoj godini istraživanja sa svim su varijantama postignuti viši prinosi suhe tvari pšenice zbog povoljnog rasporeda i količine oborina.

U prosjeku su KAN-om prihranjivane varijante 3 (10,1 t ha⁻¹) i 4 (9,15 t ha⁻¹) imale signifikantno veće prinose suhe tvari pšenice od kontrolne varijante 1 (8,40 t ha⁻¹).

Tablica 4: Prinosi suhe tvare smjese ozimog graška i pšenice ($t\ ha^{-1}$)
 Table 4: Winter pea and wheat mixture dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta Variant	Prinos graška ($t\ ha^{-1}$) Pea yield ($t\ ha^{-1}$)		Prinos pšenice ($t\ ha^{-1}$) Wheat yield ($t\ ha^{-1}$)		Ukupni prinosi ($t\ ha^{-1}$) Total yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina Year	Prosječna Average	Godina Year	Prosječna Average	Godina Year	Prosječna Average	
	2000.	2001.	2000.	2001.	2000.	2001.	
Kontrola Control	5,3	1,2	3,1	13,7	8,4	14,9	11,65
Bakterizacija Inoculation	5,7	1,8	3,6	14,2	9,3	16	12,65
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	4,3	2	5,3	14,9	9,6	16,9	13,25
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	3,7	1,6	3,5	14,8	7,2	16,4	11,80
Prosječna godina Average year	4,75	1,65	3,88	14,41	8,62	16,07	
LSD 0,05			0,51 $t\ ha^{-1}$		0,71 $t\ ha^{-1}$		1,04 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			0,57 $t\ ha^{-1}$		0,84 $t\ ha^{-1}$		1,30 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			0,78 $t\ ha^{-1}$		1,10 $t\ ha^{-1}$		1,70 $t\ ha^{-1}$
Godina /Year			Signifikantnost Significant		Signifikantnost Significant		Signifikantnost Significant
Varijanta / Variant			***		***		***
Godina x varijanta /Year x variant			***		*		*

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

Ukupni prinosi suhe tvari smjese ($t\ ha^{-1}$)

Velika količina oborina nakon sjetve (poplava) te nedostatak oborina tijekom zime i proljeća, uz znatno više temperature od prosjeka u travnju, nepovoljno su utjecale na rast i razvoj usjeva, što se odrazilo na prinose obadvije komponente prinosa a time i ukupni prinos suhe tvari (tablica 4).

Između bakterizirane varijante 2 ($9,3\ t\ ha^{-1}$) i KAN-om prihranjivane varijante 3 ($9,6\ t\ ha^{-1}$) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosisima suhe tvari smjese, ali koji su bili signifikantno veći u odnosu na bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4 ($7,2\ t\ ha^{-1}$). Druge godine istraživanja KAN-om prihranjivane varijante 3 ($16,9\ t\ ha^{-1}$) i 4 ($16,4\ t\ ha^{-1}$) imale su signifikantno veći ukupni prinos suhe tvari smjese od kontrolne varijante 1 ($14,9\ t\ ha^{-1}$), ali ne i od bakterizirane varijante 2 ($16,0\ t\ ha^{-1}$).

U prosjeku su postignuti signifikantno veći ukupni prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i pšenice varijantama 2 ($12,65\ t\ ha^{-1}$) i 3 ($13,25\ t\ ha^{-1}$) u odnosu na kontrolu 1 ($11,65\ t\ ha^{-1}$).

Prinosi sirovih bjelančevina ($kg\ ha^{-1}$)

Ukupni visoki prinosi suhe tvari i visoka kakvoća osobito pšenice (faza vlatanja) rezultirali su visokim prinosisima sirovih bjelančevina po jedinici površine (tablica 5).

Tablica 5: Prinosisi sirovih bjelančevina ozime smjese u $kg\ ha^{-1}$ (2001. g.)

Table 5: 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	196	1707	1903
Bakterizacija/Inoculation	300	2004	2304
Prihrana dušikom/Nitrogen Top-Dressing	296	2111	2407
Bakterizacija + prihrana dušikom Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	256	1963	2219
LSD 0,05	$85\ kg\ ha^{-1}$	$189\ kg\ ha^{-1}$	$236\ kg\ ha^{-1}$

Bakterizirana varijanta 2 ($300\ kg\ ha^{-1}$) imala je signifikantno najveći prinos sirovih bjelančevina graška u odnosu na kontrolnu varijantu 1 ($196\ kg\ ha^{-1}$). KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($296\ kg\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina graška od kontrolne varijante 1 ($196\ kg\ ha^{-1}$).

Bakterizirana varijanta 2 (2 004 kg ha⁻¹), te KAN-om prihranjivane varijante 3 (2 111 kg ha⁻¹) i 4 (1963 kg ha⁻¹) imale su signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina pšenice od kontrolne varijante 1 (1 707 kg ha⁻¹).

Bakterizirana varijanta 2 (2 304 kg ha⁻¹), i KAN-om prihranjivane varijante 3 (2 407 kg ha⁻¹) i 4 (2 219 kg ha⁻¹) su imale signifikantno veće ukupne prinose sirovih bjelančevina smjese od kontrolne varijante 1 (1 903 kg ha⁻¹).

Rasprava

Porastom pučanstva svakim danom povećavaju se potrebe za hranom. Da bi se te povećane potrebe zadovoljile, traže se racionalnija rješenja koja obuhvaćaju štednju fosilne energije. Jedan od priloga rješenju je i povećana proizvodnja organske tvari-svake godine obnovljivog izvora energije. Za povećanu proizvodnju organske tvari treba i povećana količina hranjiva, koju usjevu treba osigurati tijekom vegetacije. Za tu povećanu količinu biljnih hranjiva, industrija treba utrošiti određenu količinu energije. Za proizvodnju 1 kg P₂O₅ industrija potroši 12 MJ, a za proizvodnju 1 kg K₂O 8 MJ energije, dok za vezanje 1 kg dušika industrija potroši 80 MJ energije (Strunjak i Redžepović, 1986.). Da bi postigli i visoke prinose i visoku kakvoću, krmnim kulturama potrebne su velike količine dušika. Budući da biljke iz porodice mahunarki žive u simbiozi s bakterijama iz roda *Rhizobium* koje vežu atmosferski dušik, a nad svakim hektarom površine ima ga oko 6 400 kg (FAO 1984.), mahunarke si tom fiksacijom namiruju svoje potrebe za dušikom, koristeći pri tom sunčevu energiju. Toj simbioznoj fiksaciji dušika danas se posvećuje velika pažnja, pa se i u svijetu provode brojna istraživanja kako bi bile odabrane najdjelotvornije simbiotske zajednice kultivara mahunarki i sojeva bakterija. Radi toga su provedena istraživanja na Agronomskom fakultetu s novim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* (iz zbirke zavoda za mikrobiologiju), kojim je bakterizirano sjeme ozimog graška cv. Maksimirski ozimi radi utvrđivanja djelotvornosti 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 sa pšenicom.

Najveći ukupni broj kvržica utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (137 prve godini istraživanja i 171 druge godine) što je u suglasju s Štafa i sur. (1999.) koji su utvrdili da bakterizacija povećava ukupan broj kvržica na korijenu graška od 104 na kontrolnoj varijanti do 159 na bakteriziranoj varijanti. Jarak (1989.) je utvrdila na korijenu graška jedne biljke od 16 do 44 kvržica. Peenstra (1980.), Nutman (1976.) i Lie (1981.) utvrdili su da se

broj kvržica po biljci graška kreće od 13 do 85 i da sposobnost nodulacije ovisi o soju *Rhizobium leguminosarum*.

Bakterizirana varijanta 2 (144) imala je u prosjeku najveći broj aktivnih kvržica u odnosu na ostale varijante istraživanja, što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafa i sur. (1999.).

Bakterizirana varijanta 2 imala je za 31,2 % veći prinos zelene mase graška u odnosu na KAN-om prihranjivanu varijantu 3 a za 27,4 % u odnosu na bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4.

Bakteriziranom varijantom 2 postignuto je u prosjeku za 0,60 t ha⁻¹ suhe tvari graška više u odnosu na prinos KAN-om prihranjivane varijante 3 a u odnosu na varijantu 4 za 1,10 t ha⁻¹.

Bakterizacijom sjemena graška (2001.), varijantom 2 postignuto je 104 kg ha⁻¹ više sirovih bjelančevina u odnosu na prinos kontrole a u odnosu na varijantu 3 i 4 za 4 kg ha⁻¹ odnosno za 46 kg ha⁻¹.

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (2 407 kg ha⁻¹) dala je 504 kg ha⁻¹ više sirovih bjelančevina smjese u odnosu na prinos kontrole (1 903 kg ha⁻¹). KAN-om prihranjivana varijanta 3 (2 407 kg ha⁻¹) dala je za 103 kg ha⁻¹ veći prinos sirovih bjelančevina smjese od bakterizirane varijante 2 (2 304 kg ha⁻¹).

Visoki prinosi zelene mase, suhe tvari i sirovih bjelančevina postignuti smjesom graška i pšenice sukladni su rezultatima koje su, prihranjujući KAN-om, utvrdili Čížek (1970.), Štafa (1988.), Štafa i sur. (1983., 1993., 1997., 1998., 1999.), Uher (1998.).

Zaključci

Temeljem dvogodišnjih istraživanja 1999./2000.-2000./2001. djelotvornosti *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* na ozimom grašku cv. Maksimirski ozimi u smjesi sa pšenicom cv. Sana, a provedenih na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, može se zaključiti:

- U utvrđivanju 25.04. 2000. i 2001. utvrđen je prosječno signifikantno veći broj aktivnih kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante u odnosu na ostale varijante istraživanja.
- Prihrana KAN-om je signifikantno smanjila broj aktivnih kvržica na korijenu graška kao i ukupan broj kvržica.
- Bakterizacijom sjemena graška povećan je ukupan broj kvržica na korijenu graška, u odnosu na ostale varijante istraživanja.
- Bakterizacijom graška povećan je prinos zelene mase graška, u prosjeku za 5,6 t ha⁻¹, u odnosu na prinos kontrole.

- Bakteriziranom varijantom 2 postignuto je za $1,10 \text{ t ha}^{-1}$ više suhe tvari graška u odnosu na prinos suhe tvari bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4.
- Najviši prosječni prinos zelene mase smjese $54,7 \text{ t ha}^{-1}$ postignut je u prosjeku bakteriziranom varijantom 2, a najviši prosječni prinos suhe tvari smjese $13,25 \text{ t ha}^{-1}$ je utvrđen na prihranjivanoj varijanti 3.
- KAN-om prihranjivanom varijantom 3 (smjesa graška i pšenice), u 2001. g. dala je najveći prinos sirovih bjelančevina $2\,407 \text{ kg ha}^{-1}$.

EFFECT OF INOCULATION AND NITROGEN TOP-DRESSING ON YIELD AND FODDER VALUE OF WINTER PEA IN WHEAT MIXTURE

Summary

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 activity of pea root nodules and also on the green mass and dry matter yield 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. In the investigation period (25th April, 2000 and 2001) the highest total nodule number on pea root was determined on the inoculated variant (154) as well as active nodule 144. Average mixture green mass yield were ranging from $46,3 \text{ t ha}^{-1}$ (control) up to $54,7 \text{ t ha}^{-1}$ (inoculation). Pea mass content in total green mass yield was from 28 % (nitrogen top-dressing) up to 34 % (control). Total dry matter yields were ranging from $11,65 \text{ t ha}^{-1}$ (control) up to $13,25 \text{ t ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing). Inoculated mass variant 2 and control variant 1 had (29,6 % and 28 %) a higher pea mass content in respect to nitrogen top-dressing variants 3 and 4 (23,8 and 22,5 %). Pea crude proteins yields in 2001 were ranging from 196 kg ha^{-1} (control) up to 300 kg ha^{-1} (inoculation) and for wheat, those values ranged from $1\,707 \text{ kg ha}^{-1}$ (control) up to $2\,111 \text{ kg ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing). Total crude proteins mixture yield were from $1\,903 \text{ kg ha}^{-1}$ (control) up to $2\,407 \text{ kg ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing).

Key words: inoculation, nitrogen top-dressing, green mass yield, 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.
- 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.
- DANJEK, I., (1994.): Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos zrna stočnog graška (*Pisum sativum* var. *arvense*), *Poljoprivredna znanstvena smotra br. 2-3*, 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.
- ŠTAFKA, Z. (1988.): Krmni međusjeveri u proizvodnji mesa i mlijeka, *Agronomski glasnik br. 1*;75-86, Zagreb.

ŠTAFI, Z., DOGAN, Z. (1983.): Osobine kvalitete 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 LEONELLA I DOGAN ZDENKA (1993.): Proizvodnja krme za 15 000 l mlijeka s 1 hektara, Poljoprivredne aktualnosti br. 29, sv. 33-4, 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 osnovica za visoku proizvodnju mlijeka po hektaru, Zagreb, *Mljekarstvo*, 47 (1), 3-16.

ŠTAFI, Z., GRGIĆ Z., MAČEŠIĆ, 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.

UHER, D. (1998.): Utjecaj inokulacije i mineralne gnojide dušikom na prinos ozime smjesa graška i pšenice. Diplomski rad, Zagreb.

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

Adrese autora - Author's addresses:

Mr. sc. Darko Uher¹

Prof. dr. sc. Zvonimir Štafa¹

Mr. sc. Mihaela Blažinkov²

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

¹Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

²Zavod za mikrobiologiju

Prispjelo-Received: 13. 08. 2005.

Prihvaćeno-Accepted: 19. 10. 2005.