

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

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

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 631.1

Sažetak

Dvogodišnjim istraživanjima (1999. do 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 tritikale cv. Clercal. Prije sjetve izvršena je predsjetvena 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 (0,635 g / varijanta). Ukupni prinosi suhe tvari iznosili su od 9,10 t ha⁻¹ (kontrola) do 12,06 t ha⁻¹ (prihrana dušikom). Prinosi sirovih bjelančevina graška u 2001. g. varirali su od 798 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom + bakterizacija) do 1 087 kg ha⁻¹ (bakterizacija), a tritikale od 568 kg ha⁻¹ (kontrola) do 957 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi sirovih bjelančevina smjese iznosili su od 1 414 kg ha⁻¹ (kontrola) do 1808 kg ha⁻¹ (bakterizacija).

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

Uvod

Potrebnu krmu nastoji se proizvesti na vlastitom gospodarstvu. Traže se rješenja kako potrebnu hranu proizvoditi racionalnije i rentabilnije štednjom fosilne energije i kako je moguće potrebe, kao što je organska tvar, svake godine namiriti iz obnovljivih izvora. Za povećanu proizvodnju organske tvari treba i povećana količina hraniva, a osobito dušika. Za vezanje 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 potrebno je svega 8 MJ energije (Strunjak i Redžepović, 1986.).

Biljakama iz različitih porodica potrebne su različite količine dušika. Veće su potrebe pri intenzivnoj proizvodnji i korištenju. Osobito velike količine dušika treba krmnim kulturama koje daju visoke prinose mase vrlo visoke kakvoće. Vrlo visoku kakvoću krme imaju neke vrste iz porodice mahunarki koje obično daju i visoke prinose. Za namirenje svojih potreba one koriste velike količine dušika kojeg 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 djelotvornije ako mahunarke žive u simbiozi s djelotvornim sojem kvržičnih bakterija, koje gotovo u potpunosti biljkama mogu namiriti potrebni dušik.

Soja po jedinici prinosa zrna treba četiri puta više dušika nego žitarice (Hardy i Havelka, 1975.). Za namirenje potrebnog dušika 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 kao 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 u sintezi bjelančevina. Na taj se način sprječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima, koja se inače javljaju zbog 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 polovine ukupne količine biološki vezanog dušika na zemlji (Evans i Barber, 1977.), a u svijetu se industrijskim Haber-Bosch postupkom osigurava 60×10^6 t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989.).

Mahunarke nakon skidanja u tlu ostavljaju nekoliko tona lako razgradive korijenove mase i strni po hektaru te obogaćuju tlo organskom tvari koja je bogata dušikom (Russel, 1950.). Na taj se način održava plodnost tla, a kulturama koje slijede u plodoredu omogućuje korištenje vezanog atmosferskog dušika (Bonnier i Brakel, 1969.).

Zbog čitavog niza prednosti vezanja dušika nastoji se tom vezanju dati veće značenje i više ga intenzivirati bakterizacijom sjemena mahunarki, u tu svrhu odabranim djelotvornim sojevima, 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 tritikale cv. Clercal 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) je lesivirano 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, 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 prosječne temperature zraka bile su više 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 količina oborina bila je veća od desetogodišnjeg prosjeka.

Tlo je za sve varijante predstajeno 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 je izvršena 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 su prihranjivane 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 poljskom vagom na parceli 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 tritikale i utvrđeni su odnosi komponenata u zelenoj masi, a suha tvar utvrđena je iz prosječnog odvojenog uzorka graška, odnosno tritikale (1 kg zelene mase) za svaku varijantu sušenjem na 105 °C do stalne suhe tvari. Krmna vrijednost graška i tritikale 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. tevišegodišnji prosjek (Meteorološka postaja Virovitica)

Table 1: Average monthly air temperature and rainfall 1999, 2000, 2001 and multy 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					1 003,8	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 po godinama istraživanja (tablica 2). Najveća masa suhe tvari kvržica prve godine utvrđena je na korijenu graška bakterizirane varijante 2 (0,63 g), a imala je signifikantno veću masu kvržica u odnosu na ostale varijante.

Druge godine također je utvrđena signifikantno veća masa suhe tvari kvržica na bakteriziranoj varijanti 2 (0,64 g) u odnosu na ostale istraživane varijante.

Tablica 2: Suha tvar kvržica (g)

Table 2: Nodule dry matter (g)

Varijanta Variant	Suha tvar kvržica (g) Nodule dry matter (g)		
	Godina / Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola / Control	0,42	0,48	0,450
Bakterizacija / Inoculation	0,63	0,64	0,635
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	0,43	0,37	0,400
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	0,42	0,43	0,425
Prosjek godina / Average year	0,475	0,480	
LSD 0,05			0,066 g
LSD 0,05 †			0,029 g
LSD 0,05 ‡			0,084 g
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 the year comparison ‡ values for means across the year comparison

U prosjeku, signifikantno veća masa suhe tvari kvržica utvrđena je na bakteriziranoj varijanti 2 (0,635 g) u odnosu na masu suhe tvari kvržica ostalih varijanata. Kontrolna je varijanta 1 (0,450 g) imala signifikantno veću masu suhe tvari kvržica od prihranjivane varijante 3 (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

veći 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 ($2,99\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška (tablica 3) u odnosu na ostale varijante istraživanja. Između KAN-om prihranjivanih varijanti 3 ($2,05\ t\ ha^{-1}$) i 4 ($2,10\ t\ ha^{-1}$) nisu 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	2,19	4,23	3,21
Bakterizacija / Inoculation	2,99	5,06	4,03
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	2,05	4,05	3,05
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top- Dressing	2,10	3,80	2,95
Prosjek godina / Average year	2,33	4,28	
LSD 0,05			0,32 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			0,25 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			0,44 $t\ ha^{-1}$
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

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 ($5,06\ t\ ha^{-1}$) imala je također signifikantno veći prinos suhe tvari graška (tablica 3) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

U prosjeku, bakterizirana varijanta 2 ($4,03\ t\ ha^{-1}$) 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 tritikale ($t\ ha^{-1}$)

KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($8,64\ t\ ha^{-1}$) prve godine istraživanja dala je signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale (tablica 4.) od prinosa suhe tvari kontrolne varijante 1 ($5,60\ t\ ha^{-1}$) bakterizirane varijante 2 ($6,89\ t\ ha^{-1}$) i varijante 4 ($6,89\ t\ ha^{-1}$).

Tablica 4: Prinos suhe tvari tritikale ($t\ ha^{-1}$)

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

Varijanta Variant	Prinos tritikale ($t\ ha^{-1}$) Triticale yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina / Year		
	2000.	2001.	Prosjek varijanata Average variant
Kontrola / Control	5,60	6,17	5,89
Bakterizacija / Inoculation	6,89	7,49	7,19
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	8,64	9,38	9,01
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	6,89	8,61	7,75
Prosjek godina / Average year	7,01	7,91	
LSD 0,05			0,79 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			0,85 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			1,08 $t\ ha^{-1}$
			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 ($9,38\ t\ ha^{-1}$) također je imala signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale od kontrolne varijante 1 ($6,17\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($7,49\ t\ ha^{-1}$). U prosjeku je KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($9,01\ t\ ha^{-1}$) imala signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale od kontrolne varijante 1 ($5,89\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($7,19\ t\ ha^{-1}$).

Interakcija prinosa suhe tvari godina x varijanta je bila signifikantna. KAN-om prihranjivana varijanta 4 u 2001. godini je imala signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale u odnosu na prinos u 2000. godini.

Ukupni prinosi suhe tvari smjese (t ha⁻¹)

Između bakterizirane varijante 2 (9,88 t ha⁻¹) i KAN-om prihranjivane varijante 3 (10,70 t ha⁻¹) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosima suhe tvari smjese (tablica 5), međutim obje su varijante imale veće prinose u odnosu na prinos kontrolne varijante 1 (7,79 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	7,79	10,40	9,10
Bakterizacija / Inoculation	9,88	12,55	11,21
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	10,70	13,43	12,06
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	8,98	12,66	10,82
Prosjek godina / Average year	9,34	12,26	
LSD 0,05			0,74 t ha ⁻¹
LSD 0,05 †			1,03 t ha ⁻¹
LSD 0,05 ‡			1,23 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

Druge godine istraživanja bakterizirana varijanta 2 (12,55 t ha⁻¹) i KAN-om prihranjivana varijanta 3 (13,43 t ha⁻¹) imale su signifikantno veći ukupni prinos suhe tvari smjese od kontrolne varijante 1 (10,40 t ha⁻¹), ali ne i od bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 (13,43 t ha⁻¹).

U prosjeku su postignuti signifikantno veći ukupni prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i tritikale varijantama 2 (11,21 t ha⁻¹), 3 (12,06 t ha⁻¹) i 4 (10,82 t ha⁻¹) u odnosu na kontrolu 1 (9,10 t ha⁻¹).

Interakcija prinosa suhe tvari smjese godina x varijanta je bila 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 (1 087 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina graška (tablica 6) u odnosu na prinos kontrolne varijante 1 (846 kg ha⁻¹), KAN-om prihranjivane varijante 3 (850 kg ha⁻¹) te varijante 4 (798 kg ha⁻¹). Između kontrole 1 (846 kg ha⁻¹), KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (850 kg ha⁻¹) i 4 (798 kg ha⁻¹) nisu bile 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: Winter mixture raw protein yield, kg ha⁻¹ (2001)

Varijanta Variant	Prinosi sirovih bjelančevina (kg ha ⁻¹) Raw protein yield (kg ha ⁻¹)		
	Grašak Pea	Tritikale Triticale	Ukupno Total
Kontrola / Control	846	568	1 414
Bakterizacija / Inoculation	1 087	689	1 776
Prihrana dušikom / Nitrogen Top-Dressing	850	957	1 808
Bakterizacija + prihrana dušikom Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	798	870	1 668
LSD 0,05	126 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹	153 kg ha ⁻¹

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (957 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina tritikale od prinosa kontrolne varijante 1 (568 kg ha⁻¹) i bakterizirane varijante 2 (689 kg ha⁻¹). Tritikale bakterizirane i KAN-om prihranjivane varijante 4 (870 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina od prinosa kontrole 1 (568 kg ha⁻¹) i bakterizacije 2 (689 kg ha⁻¹).

KAN-om prihranjivane varijante 3 (1 808 kg ha⁻¹) i 4 (1 668 kg ha⁻¹) imale su signifikantno veće ukupne prinose sirovih bjelančevina smjese od kontrolne varijante 1 (1 414 kg ha⁻¹).

Rasprava

Kako 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, a nad svakim hektarom površine ima ga 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 pozornost u svijetu ali i u nas, stoga se izvode brojna istraživanja radi odabiranja najdjelotvornije simbiotske zajednice kultivara mahunarki i sojeva bakterija. U tu su svrhu provedena istraživanja na lokaciji Virovitica (Grabovac) sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju, kojim je bakterizirano sjeme ozimog graška cv. Maksimirski ozimi, a u svrhu 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 s pšenicom.

Najveća je masa suhe tvari kvržica utvrđena na bakteriziranoj varijanti 2 (0,63 g u prvoj godini istraživanja i 0,64 u drugoj godini) što je u suglasju s rezultatima Štafe i sur. (1999.) koji su utvrdili da bakterizacija povećava masu suhe tvari kvržica na korijenu graška u prosjeku od 0,46 g na kontrolnoj varijanti do 0,80 g na bakteriziranoj varijanti. Jarak (1989.) je na korijenu 1 biljke graška utvrdila od 16 do 44 kvržice. Peenstra (1980.), Nutman (1976.) i Lie (1981.) utvrdili su broj kvržica po biljci graška od 13 do 85, te da sposobnost nodulacije ovisi o soju *Rhizobium leguminosarum*. Brkić i sur. (2004.) 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 je li sjeme graška bilo bakterizirano.

Bakterizirana varijanta 2 (4,03 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 (9,01 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće prinose suhe tvari tritikale u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (7,19 t ha⁻¹) i kontrolu (5,89 t ha⁻¹). Prihranjivana varijanta 3 (12,06 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće ukupne prinose suhe tvari smjese u odnosu na ostale istraživane varijante.

Bakterizirana varijanta 2 (1087 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 (957 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina tritikale u odnosu na prinose ostalih varijanti.

Najveći prinos sirovih bjelančevina smjese postignut je prihranjivanom varijantom 3 (1 808 kg ha⁻¹) u odnosu na ostale istraživane varijante.

Zaključci

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

- Utvrđena je signifikantno veća prosječna masa suhe tvari 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 (4,03 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veći prinos suhe tvari graška u odnosu na ostale istraživane varijante.
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 (9,01 t ha⁻¹) u prosjeku je imala signifikantno veće prinose suhe tvari tritikale u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (7,19 t ha⁻¹) i kontrolu (5,89 t ha⁻¹).
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 (12,06 t ha⁻¹) imala je u prosjeku signifikantno veće ukupne prinose suhe tvari graška u smjesi s tritikale u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (11,21 t ha⁻¹), kontrolu (9,10 t ha⁻¹) i varijantu 4 (10,82 t ha⁻¹),.
- Bakterizirana varijanta 2 (1087 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina graška u odnosu na ostale istraživane varijante.
- KAN-om prihranjivana varijanta 3 (957 kg ha⁻¹) imala je signifikantno veće prinose sirovih bjelančevina tritikale u odnosu na ostale varijante.
- Najveći prinos sirovih bjelančevina smjese postignut je prihranjivanom varijantom 3 (1 808 kg ha⁻¹) u odnosu na ostale varijante istraživanja.

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

Summary

Two year field trials (1999 - 2001) were performed to determine the inoculation seed winter pea and nitrogen top-dressing effect on nodule dry weight of pea root and also on the dry matter yield of winter pea cv. Maksimirski ozimi and triticale cv. Clercal mixture. Immediately before sowing the inoculation of pea seeds was performed by the indigenous variety of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* which is part of Department of Microbiology collection at the Faculty of Agriculture University of Zagreb. The highest total nodule dry weight on pea root was determined on the inoculated variant 2 (0,635 g / variant). Total dry matter yields were ranging from 9,10 t ha⁻¹ (control) up to 12,06 t ha⁻¹ (nitrogen top-dressing). Crude proteins pea yields in 2001 were ranging from 798 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing + inoculation) up to 1087 kg ha⁻¹ (inoculation). For triticale, those values were from 568 kg ha⁻¹ (control) up to 957 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing). Total crude proteins mixture yield ranged from 1414 kg ha⁻¹ (control) up to 1808 kg ha⁻¹ (nitrogen top-dressing).

Key words: inoculation of winter pea, 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.
- 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.

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

ŠTAFIĆ, 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.

ŠTAFIĆ, 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.

ŠTAFIĆ, 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.

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

ŠTAFIĆ, 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.

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.

Adrese autora – Author’s 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

¹Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

²Zavod za mikrobiologiju

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska cesta 25, Zagreb

³Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

Prispjelo - Received: 16.03.2007.

Prihvaćeno - Accepted: 17.10.2007.