

Utjecaj dušične gnojidbe i zrelosti tratine na prinos i grupni floristički sastav travnjaka

Josip Leto, Mladen Knežević, Krešimir Bošnjak, Goran Perčulija, Marina Vranić, Hrvoje Kutnjak

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 631.111

Sažetak

Jedan od ključnih limitirajućih činitelja u proizvodnji krme na travnjacima jest nedovoljna opskrba biljaka pristupačnim dušikom i košnja travnjaka u kasnim stadijima razvoja tratine. Svrha ovog istraživanja bila je utvrditi optimalne količine dušičnih gnojiva u gnojidbi travnjaka, utvrditi mogućnost smanjenja količine mineralnih dušičnih gnojiva u gnojidbi travnjaka korištenjem višegodišnjih mahunarki, utvrditi promjene u prinosu i florističkom sastavu tratine kod različitih razina N gnojidbe i različitih stadija zrelosti tratine. Istraživanje je postavljeno 2002. i 2003. godine u Zaprešiću na sijanoj travno-djetelinskoj smjesi, a sastojalo se od četiri razine dušične gnojidbe (N_{35} , N_{100} , N_{150} , N_{200} , odnosno 35, 100, 150 i 200 kg/ha/god N) i dva stadija zrelosti tratine u trenutku košnje (početak metličanja i puno metličanje klupčaste oštrice kao dominantne travne vrste). Prosječni prinosi suhe tvari (ST) za 2002. i 2003. bili su $7,52 \text{ t ha}^{-1}$ i $2,84 \text{ t ha}^{-1}$. U 2002. godini količine N veće od $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ nisu značajno povećale produkciju ST travnjaka, a udio bijele djeteline značajno je smanjen tek tretmanom N_{200} (4,33%). Kod N_{200} i N_{150} utvrđeni su najveći prinosi ST trava ($7,25$ i $7,12 \text{ t ha}^{-1}$, respektivno). Razlike u relativnim udjelima trava, u prinosima ST gnojidbenih tretmana (prosječno 82,7%), nisu bile značajne. Košnjom travnjaka u punom metličanju trava postignut je 15% veći prinos suhe tvari u odnosu na košnju početkom metličanja ($6,98 \text{ t ha}^{-1}$). U punom metličanju prinos trava bio je 24%, a relativni udio 7,5% veći u odnosu na početak metličanja ($5,58 \text{ t ha}^{-1}$ i 79,94%). Stadij zrelosti tratine prilikom košnje nije značajno djelovao na prinos i relativni udio mahunarki i zeljanica u 2002. godini. U 2003. godini najveći prinos ST utvrđen je primjenom N_{200} ($3,14 \text{ t ha}^{-1}$), a najmanji primjenom N_{35} ($2,47 \text{ t ha}^{-1}$). Povećanjem količine primijenjenog N povećavao se i udio trava, a smanjivao udio mahunarki u ukupnom prinosu ST. Najveći relativni udio trava utvrđen je primjenom N_{200} (91,40%) i bio je za 14,6% veći u odnosu na N_{35} (79,76%). Najveći relativni udio mahunarki utvrđen je primjenom N_{35} (11,75%) i N_{100} (11,36%), a najmanji primjenom N_{200} (4,14%).

Ključne riječi: dušik, stadij zrelosti, travnjak, prinos, floristički sastav

Uvod

U Europskoj uniji poljoprivredna politika teži ekološkim metodama proizvodnje i održivim sustavima niskog ulaganja. Proizvodnja krme na prirodnim travnjacima određena je klimom, fertilnošću tla, florističkim sastavom tratine i načinom iskorištavanja travnjaka. Jedan od ključnih limitirajućih činitelja u proizvodnji krme na travnjacima je nedovoljna opskrba biljaka pristupačnim dušikom (N), koji se sporo mineralizira iz organske tvari tla. Količine N gnojiva, primjenom kojih se dobivaju ekonomski optimalni prinosi krme, često puta su pretjerane jer su potencijalni izvori onečišćenja okoline nitratima (Hopkins, 2000.). U novijim istraživanjima dominira zabrinutost za okoliš, pa su i istraživanja fokusirana na gubitke hranjiva, osobito N, i to na intenzivno korištenim travnjacima. Poznato je da se značajne količine N na travnjacima mogu izgubiti volatizacijom (Jarvis, 1990., Bussink, 1994., Watson i sur., 1992.), denitrifikacijom (Jordan, 1989., Watson i sur., 1992., Vermoesen, 1999.) i ispiranjem nitrata. Općenito, gubitci N ispiranjem nitrata na travnjacima povećavaju se primjenom većih doza N, pogotovo na pašnjacima. U nekim slučajevima gubitci na pašnjacima pet i više puta su veći nego kod košenih travnjaka (Nevens i Rehuel, 2003.). Isti autori zaključuju da se pretjerano ispiranje nitrata može očekivati primjenom otprilike $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ na pašnjacima i oko $450 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ na košenim travnjacima. Niska razina proizvodnje, pogotovo u brdsko-planinskim područjima, često puta ne može podnijeti cijenu godišnje primijenjenih dušičnih gnojiva. Alternativa i ekološki poželjan pristup je korištenje mahunarki i ne preveliko oslanjanje na gnojidbu dušičnim gnojivima (Marriot, 1988.). Djetelinsko-travne smjese čine bazu sustava niskih ulaganja u mnogim zemljama Europe, gdje uloga djetelina nije samo poboljšanje hranidbene vrijednosti krme i povećanje stočarske proizvodnje, nego i unos određene količine atmosferskog dušika u tlo fiksacijom, što biljkama povećava dostupnost dušika. Time se smanjuju potrebe gnojidbe dušičnim gnojivima, što donosi novčane uštede, manje se zagađuje okolina, a smanjuje se i utrošak fosilnih goriva u proizvodnji mineralnih gnojiva (Gooding i Frame, 1997.). Utvrđivanje optimalnih količina dušičnih gnojiva u proizvodnji krme posebno je značajno zbog znatnog rasta cijena dušičnih gnojiva, što nije uvijek povezano s povećanjem dobiti od rasta cijena stočarskih proizvoda (Marsh, 1977.). Gnojidba dušičnim gnojivima neophodna je za pravilan rast i razvoj tratine, bolje busanje trave, produženje vegetacije, bolje iskorištavanje ostalih hraniva iz tla, veće hranidbene vrijednosti krme povećanjem sadržaja sirovih i probavljivih

proteina, ali prije ili kasnije, rezultira smanjenjem udjela djetelina u smjesama trava i djetelina.

Floristički sastav tratine pokazatelj je proizvodnosti i kakvoće travnjaka. Pravilnim gnojenjem povećava se učešće kvalitetnih trava i mahunarki, a uklanjaju se manje kvalitetne trave i zeljanice. Štafa (1978.) je kompleksnom metodom utvrdio povećanje kakvoće biljne zajednice *Bromo-Cynosuretum cristati* gnojene NPK gnojivom za 60,7% u odnosu na negnojenu kontrolu. Međutim, primjenom većih doza N gnojiva potiče se rast trava, a potiskuju djeteline koje su kvalitetnija komponenta smjese. Štafa i Magdić (1983.) su NPK gnojibom zajednice *Arrenatheretum elatioris fac. Trisetetum flavescens* povećali udio trava za 28,3%, a smanjili udio mahunarki za 6,6% i zeljanica za 20% u odnosu na negnojenu kontrolu.

Najvažniji činitelj kakvoće biljne mase trava i mahunarki je stadij razvoja biljaka u trenutku korištenja. Starenjem biljaka nastaju promjene hranjive vrijednosti povezane s promjenom odnosa lista i stabljike u ukupnoj biljnoj masi. Lišće ima veću krmnu vrijednost nego stabljike i trava i djetelina. Na primjer, u travama je koncentracija sirovih proteina u lišću 100% veća, koncentracija neutralnih kiselih vlakana (NDF) 20% manja, a probavljivost 10% veća u usporedbi sa stabljikom (Terry i Tilley, 1964.; Mowat i sur., 1965.; Hockensmith i sur., 1997.). Promjena hranidbene vrijednosti povezana je s povećanjem lignina i stanične stijenke, a padom udjela minerala, sirovih proteina i probavljivih staničnih topivih tvari, kao npr. škroba (Åman i Lindgren, 1983.). Pad kvalitete krme, uslijed starenja biljne mase, povezan je sa smanjenjem kvalitete i u lišću i u stabljikama (vlatima), te u povećanju udjela stabljike u ukupnoj masi. Demarquilly i sur. (1978.) su utvrdili, da je optimalno vrijeme za košnju prvog otkosa početak klasanja (metličanja) najzastupljenijih trava.

Svrha ovog istraživanja bila je utvrditi optimalne količine dušičnih gnojiva u gnojidbi travnjaka, utvrditi mogućnost smanjenja količina mineralnih dušičnih gnojiva u gnojidbi travnjaka korištenjem višegodišnjih leguminoza, fiksatora atmosferskog dušika, utvrditi promjene u prinosu i florističkom sastavu tratine primjenom različitih razina N gnojidbe i različitih stadija zrelosti tratine.

Materijal i metode

Istraživanje je postavljeno u Zaprešiću 2002. i 2003. godine u sklopu VIP projekta «Vrednovanje sustava proizvodnje krme na travnjacima» na travnjaku zasnovanom početkom travnja 1999. direktnom sjetvom u ječmeno strnište

travno - djetelinske smjese sastava: 15 kg ha⁻¹ klupčaste oštrice (*Dactylis glomerata* cv. Amba), 10 kg ha⁻¹ talijanskog ljulja (*Lolium multiflorum* cv. Bofur), 6 kg ha⁻¹ bijele djeteline (*Trifolium repens* cv. Rivendel) i 7 kg ha⁻¹ crvene djeteline (*Trifolium pretense* cv. Reichersberger). Pokusna površina je ponovo direktnom sjetvom nadosijana s 20 kg ha⁻¹ klupčaste oštrice (*Dactylis glomerata* cv. Amba) u jesen 2000. godine. Za sjetvu je korištena sijačica za direktnu sjetvu trava i sitnozrnih mahunarki John Deere (tip 1550). Do početka istraživanja cjelokupna je površina travnjaka (18 ha) košena 2-3 puta godišnje. Pokus se sastojao od četiri razine dušične gnojidbe (N₃₅, N₁₀₀, N₁₅₀, N₂₀₀, odnosno 35, 100, 150 i 200 kg/ha/god N) i dva stadija zrelosti tratine u trenutku košnje (početak metličanja i puno metličanje klupčaste oštrice kao dominantne travne vrste). Početak metličanja određen je kao trenutak pojavljivanja metlica iz rukavca zadnjeg lista na oko 10% biljaka klupčaste oštrice, a puno metličanje kad su metlice potpuno izišle iz rukavca na 50% biljaka klupčaste oštrice. Pokus je postavljen po split plot shemi u četiri ponavljanja, sa stadijem zrelosti tratine kao glavnim činiteljem i razinom dušične gnojidbe kao podčiniteljem. Veličina osnovne parcelice iznosila je 6 x 3 m, a međurazmak 1,0 m. Sve varijante pokusa gnojene su sa 500 kg ha⁻¹ god⁻¹ N:P:K formulacije 7:20:30 polovicom ožujka (35 kg ha⁻¹ god⁻¹ N, 100 kg ha⁻¹ god⁻¹ P₂O₅ i 150 kg ha⁻¹ god⁻¹ K₂O). Tretmanima N₁₀₀, N₁₅₀, N₂₀₀ ostatak dušika dodan je dvokratno i to prvi dio u kretanju vegetacije, a drugi dio poslije prvog otkosa, u obliku KAN-a (27% N). Osnovne parcelice su košene samohodnom grebenastom kosilicom (Labin progres tip LS) na visinu 5 cm. Biljna masa je izvagana i uzeta su dva uzorka zelene mase (500 g) - jedan za utvrđivanje sadržaja suhe tvari (ST), a drugi za utvrđivanje grupnog florističkog sastava i to kroz prinos ST i relativni udio trava, mahunarki i zeljanica u ukupnom prinosu ST djetelinsko-travne smjese. Sadržaj ST je utvrđen sušenjem svježeg uzorka na 60 °C u sušioniku do konstantne težine. Rezultati su obrađeni u statističkom programu SAS (SAS Institut, 1997.) koristeći MIXED proceduru.

Rezultati istraživanja

Mjesečne temperature i količine oborina, te njihovi višegodišnji prosjeci uzeti su s najbliže meteorološke postaje Zagreb-Maksimir i prikazani u tablici 1. Prva godina istraživanja bila je za 124,1 mm oborina vlažnija od višegodišnjeg prosjeka, dok je u drugoj godini palo 273 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. Što se tiče vegetacijskog dijela godine (travanj-rujan),

u 2002. palo je 631 mm oborina (137,6 mm više od višegodišnjeg prosjeka za taj dio godine), a u 2003. godini palo je 304,1 mm (190,1 mm manje od višegodišnjeg prosjeka za taj dio godine). U vegetacijskom dijelu 2002. godine samo su lipanj i rujna imali ispodprosječnu količinu oborina, dok su u istom razdoblju 2003. svi mjeseci, osim rujna, bili ispodprosječno vlažni. Veća količina i ravnomjerniji raspored oborina u 2002. godini rezultirali su 164,8% većim prosječnim prinosom suhe tvari u odnosu na 2003. Obje su godine bile toplije od višegodišnjeg prosjeka: 2002. za 1,4 °C, a 2003. za 0,9 °C. Slična je situacija bila i u vegetacijskom dijelu 2002. i 2003. godine, s tim da su samo travanj i rujna bili nešto hladniji od prosjeka, a svi ostali mjeseci topliji od prosjeka.

Tablica 1: Mjesečne količine oborina i srednje mjesečne temperature zraka, 2002.-2003. i višegodišnji prosjek 1969.-2001.

Table 1: Average precipitation and temperature data, 2002-2003 and 33-yr average (1969-2001) for Zagreb-Maksimir

Mjesec/Month	Zagreb-Maksimir					
	Mjesečne količine oborina, mm Precipitation, mm			Srednje mjesečne temperature zraka, °C Average temperature, °C		
	2002.	2003.	1969.-2001.	2002.	2003.	1969.-2001.
Siječanj/January	21,6	51,0	42,7	0,9	-1,0	0,3
Veljača/February	46,5	34,6	34,7	6,4	-1,6	2,7
Ožujak/March	32,5	7,5	54,6	8,8	7,2	6,6
Travanj/April	131,4	28,8	60,9	10,8	10,8	11,1
Svibanj/May	85,9	20,2	70,9	18,4	19,3	16,1
Lipanj/June	70,6	64,4	96,4	21,1	23,9	19,2
Srpanj/July	123,5	62,3	79,0	21,9	23,0	20,4
Kolovoz/August	142,5	16,6	92,5	20,8	25,0	20,6
Rujan/September	77,9	111,8	94,5	15,4	15,9	16,0
Listopad/October	109,0	102,0	80,5	11,4	9,4	11,1
Studeni/November	73,4	57,5	83,3	9,7	8,1	5,5
Prosinac/December	64,0	25,0	64,9	2,1	1,7	1,1
Ukupno/ Total	978,8	581,7	854,7			
Prosjeck/Average				12,3	11,8	10,9

U 2002. godini pokusna površina je košena dva puta. Prinos ST u punom metličanju trava (tablica 2) bio je 15,3% veći od prinosa ST u početku metličanja ($P < 0,01$). Gnojidba N je značajno utjecala na prinos ST ($P < 0,01$). Sigifikantno najniži prinos ST utvrđen je gnojidbom N_{35} ($5,65 \text{ t ha}^{-1}$), dok

među ostalim razinama N gnojidbe nije bilo značajne razlike (prosječno 8,14 t ha⁻¹). Interakcija između stadija zrelosti tratine prilikom košnje i razine N gnojidbe za prinos ST nije bila statistički značajna (P>0,05). Opravdano veći prinos ST trava (za 24%) utvrđen je u kasnijem roku košnje (puno metličanje trava), a na ovaj parametar značajno je utjecala i razina N gnojidbe (P<0,01). Najveći prinos suhe tvari trava utvrđen je primjenom N₂₀₀ (7,25 t ha⁻¹) i N₁₅₀ (7,12 t ha⁻¹), a najmanji primjenom N₃₅ (4,46 t ha⁻¹). Na prinos ST mahunarki i zeljanica nisu značajno utjecali ni rok košnje, ni razina N gnojidbe, kao ni njihova interakcija. Prosječan prinos ST mahunarki iznosio je 0,77 t ha⁻¹, a zeljanica 0,5 t ha⁻¹.

Tablica 2: Prinos suhe tvari (ST) TDS i prinos ST trava, mahunarki i zeljanica 2002. godine

Table 2: Dry matter yield (DMY) of grass-clover mixture and DMY of grasses, legumes and forbs, 2002

Tretman Treatment	ST DMY t ha ⁻¹	Trave Grasses t ha ⁻¹	Mahunarke Legumes t ha ⁻¹	Zeljanice Forbs t ha ⁻¹
Početak metličanja/Panicle emergence (R ₁)	6,98	5,58	0,86	0,54
Puno metličanje/Panicle clear of leaf sheath (R ₂)	8,05	6,92	0,68	0,45
Signifikantnost/LSD 0,05 Significance/LSD 0.05	**/0,40	**/0,36	ns	ns
N ₃₅	5,65 ^b	4,46 ^c	0,87	0,32
N ₁₀₀	7,77 ^a	6,15 ^b	0,80	0,82
N ₁₅₀	8,57 ^a	7,12 ^{ab}	1,06	0,39
N ₂₀₀	8,08 ^a	7,25 ^a	0,35	0,48
Signifikantnost/LSD 0,05 Significance/LSD 0.05	**/1,24	**/1,04	ns	ns
R ₁ x N ₃₅	5,54	4,31	0,80	0,43
R ₁ x N ₁₀₀	7,27	5,67	0,83	0,77
R ₁ x N ₁₅₀	7,62	5,90	1,28	0,44
R ₁ x N ₂₀₀	7,50	6,41	0,54	0,55
R ₂ x N ₃₅	5,76	4,60	0,94	0,22
R ₂ x N ₁₀₀	8,27	6,63	0,78	0,86
R ₂ x N ₁₅₀	9,52	8,34	0,84	0,34
R ₂ x N ₂₀₀	8,66	8,10	0,15	0,41
Signifikantnost/LSD 0,05 Significance/LSD 0.05	ns	ns	ns	ns

** signifikantno na razini 0,01/significant at the 0.01 level

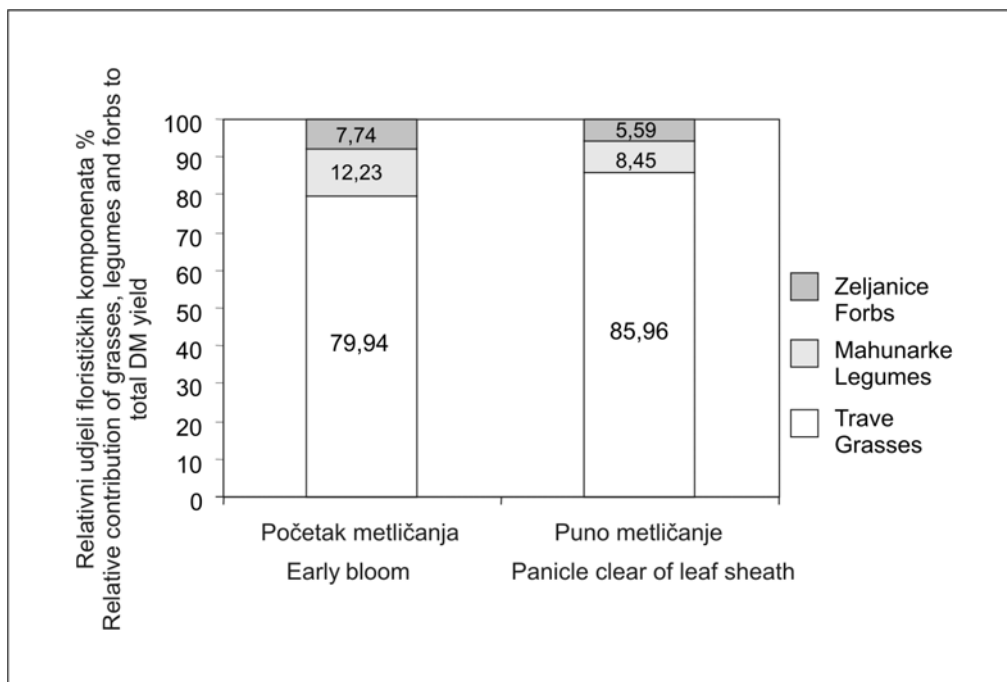
ns nije signifikantno na razini 0,05/not significant at the 0.05 level

Vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite / The differences between the values with the same letters are statistically insignificant at P=0.05

Trave su činile u prosjeku 82,9% ukupnog prinosa ST travnjaka (grafikon 1 i 2). Jedino je stadij zrelosti tratine prilikom košnje značajno utjecao na relativni udio trava u ukupnom godišnjem prinosu suhe tvari. Značajno veći relativni udio trava utvrđen je kod punog metličanja (85,96%) u odnosu na početak metličanja (79,94%) ($P < 0,05$). Na udio mahunarki u ukupnom prinosu ST travnjaka utjecala je jedino razina N gnojidbe ($P < 0,05$). Najniži udio mahunarki je utvrđen primjenom N_{200} (4,33%). Nije bilo značajne razlike između N_{35} , N_{100} i N_{150} , kao ni među N_{100} i N_{200} ($P > 0,05$). Prosječan relativni udio mahunarki u prinosu ST u prvoj godini istraživanja iznosio je 10,56%. Na relativni udio zeljanica u prinosu ST nisu značajno utjecali: rok košnje, razina N gnojidbe, kao ni njihova interakcija (grafikon 1 i 2). Prosječan relativni udio zeljanica je iznosio 6,7%.

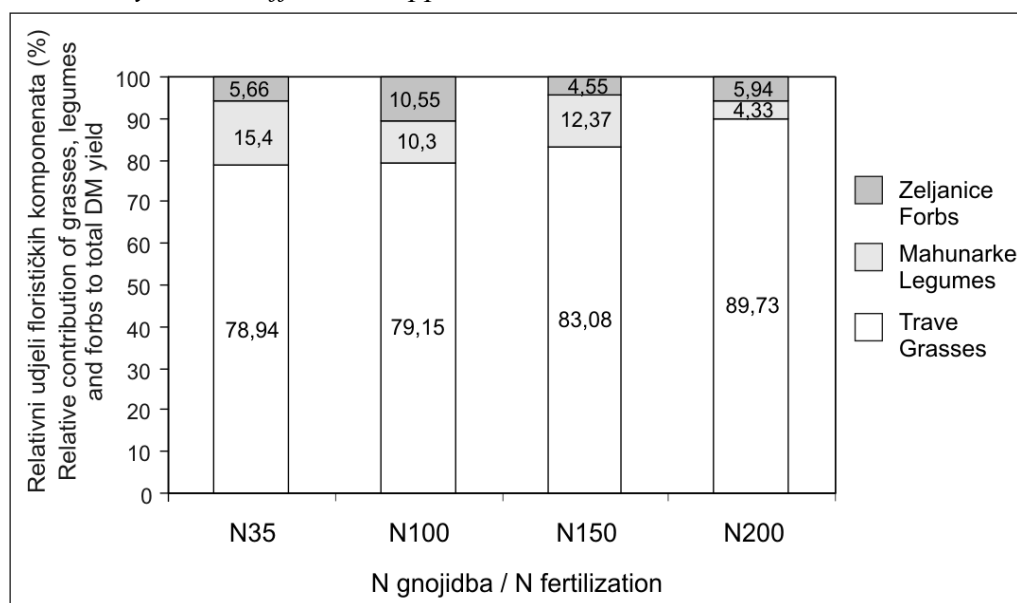
Grafikon 1: Relativni udjeli (%) trava, mahunarki i zeljanica u ukupnom prinosu ST TDS različitih rokova košnje u 2002. godini

Graph 1: Relative contribution of grasses, legumes and forbs to total DM yield, at different stages of grass maturity 2002



Grafikon 2: Relativni udjeli (%) trava, mahunarki i zeljanica u ukupnom prinosu ST TDS primjenom različitih razina N gnojidbe u 2002. godini

Graph 2: Relative contribution of grasses, legumes and forbs to total DM yield, at different N application rates, 2002



U 2003. godini, zbog izrazite suše, pokusna površina košena je samo jednom. Na prinos ST značajno je utjecala jedino N gnojidba ($P < 0,05$) (tablica 3). Snižavanjem količine apliciranog N snižavao se i prinos ST. Najveći prinos ST je utvrđen gnojidbom N_{200} ($3,14 \text{ t ha}^{-1}$), a najmanji gnojidbom N_{35} ($2,47 \text{ t ha}^{-1}$). Između N_{200} i N_{150} , kao ni između N_{150} i N_{100} te N_{100} i N_{35} nije bilo značajnih razlika u prinosu ST travnjaka. Na prinose ST trava, mahunarki i zeljanica nisu značajno utjecali ni starost tratine prilikom košnje, ni razina N gnojidbe. Prosječan prinos ST trava iznosio je $2,43 \text{ t ha}^{-1}$, mahunarki $0,25 \text{ t ha}^{-1}$, a zeljanica $0,16 \text{ t ha}^{-1}$. Relativni udio trava u ukupnom prinosu ST u 2003. godini iznosio je 85,35%, a jedino je N gnojidba značajno utjecala na ovo svojstvo ($P < 0,01$) (grafikon 3 i 4). Povećanjem količine primijenjenog N povećavao se i udio trava u ukupnom prinosu ST, tako da je opravdano najveći relativni udio trava utvrđen kod N_{200} (91,40%) i bio je za 14,6% veći u odnosu na N_{35} , gdje je relativni udio trava u prinosu ST bio najniži (79,76%). Nije bilo značajnih razlika u relativnom udjelu trava u ukupnom prinosu između N_{100} i N_{35} (prosjeak 81,27%). Na udio mahunarki u prinosu ST (prosječno 8,9%) nije

značajno utjecao stadij zrelosti prilikom košnje. Povećanjem količine primijenjenog N iznad 100 kg ha⁻¹ padao je relativni udio mahunarki u prinosu ST. Tako je primjenom N₂₀₀ utvrđeno opravdano najniži udio mahunarki (4,14%), a najveći kod N₃₅ i N₁₀₀ (11,74% i 11,36%, P>0,05). Prosječni relativni udio zeljanica u prinosu ST u 2003. godini iznosio je 5,8%. Na ovo svojstvo značajno su utjecali i stadij zrelosti tratine i N gnojidba (P<0,05, grafikon 3 i 4). U početku metličanja travnjak je sadržavao 116,2% više zeljanica u ukupnom prinosu ST, u odnosu na puno metličanje. Najveći udio zeljanica utvrđen je primjenom N₃₅ (8,5%) i N₁₀₀ (5,86%) (P>0,05). Između N₁₀₀, N₁₅₀ i N₂₀₀ nije bilo značajnih razlika u relativnom udjelu zeljanica (P>0,05).

Tablica 3: Prinos suhe tvari (ST) TDS i prinos ST: trava, mahunarki i zeljanica, 2003. godine

Table 3: Dry matter yield (DMY) of grass-clover mixture and DMY of grasses, legumes and forbs, 2003

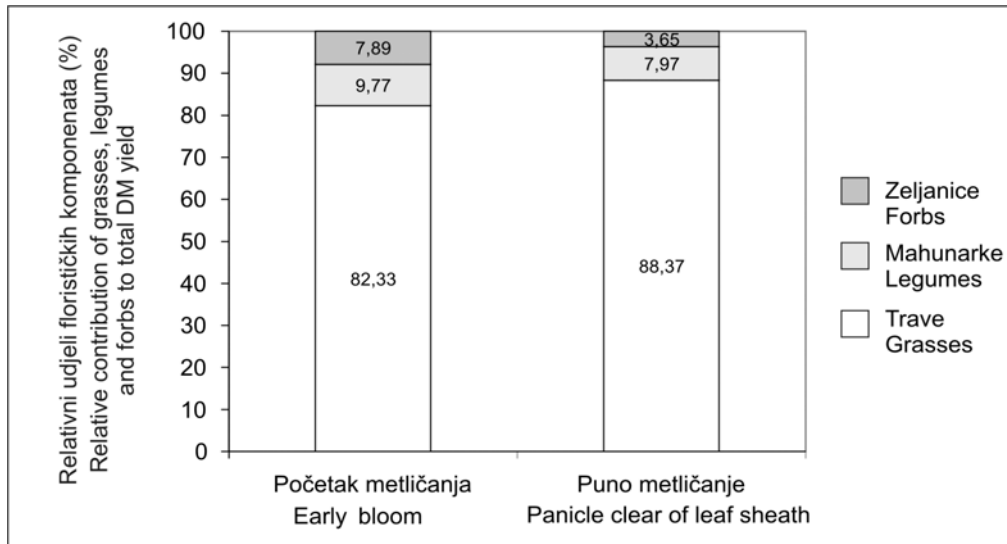
Tretman Treatment	ST DMY t ha ⁻¹	Trave Grasses t ha ⁻¹	Mahunarke Legumes t ha ⁻¹	Zeljanice Forbs t ha ⁻¹
Početak metličanja/Early bloom (R ₁)	2,66	2,19	0,26	0,21
Puno metličanje/ Panicle clear of leaf sheath (R ₂)	3,01	2,66	0,24	0,11
Signifikantnost/LSD 0,05 Significance/LSD 0.05	ns	ns	ns	ns
N ₃₅	2,47 ^c	1,97	0,29	0,21
N ₁₀₀	2,73 ^{bc}	2,26	0,31	0,16
N ₁₅₀	3,00 ^{ab}	2,60	0,26	0,14
N ₂₀₀	3,14 ^a	2,87	0,13	0,14
Signifikantnost/LSD 0,05 Significance/LSD 0.05	*/0,47	ns	ns	ns
R ₁ x N ₃₅	2,26	1,69	0,31	0,26
R ₁ x N ₁₀₀	2,51	1,98	0,31	0,22
R ₁ x N ₁₅₀	2,94	2,48	0,28	0,18
R ₁ x N ₂₀₀	2,94	2,60	0,15	0,19
R ₂ x N ₃₅	2,68	2,24	0,28	0,16
R ₂ x N ₁₀₀	2,96	2,54	0,31	0,11
R ₂ x N ₁₅₀	3,06	2,72	0,24	0,10
R ₂ x N ₂₀₀	3,34	3,15	0,10	0,09
Signifikantnost/LSD 0,05 Significance/LSD 0.05	ns	ns	ns	ns

* signifikantno na razini 0,05/significant at the 0.05 level

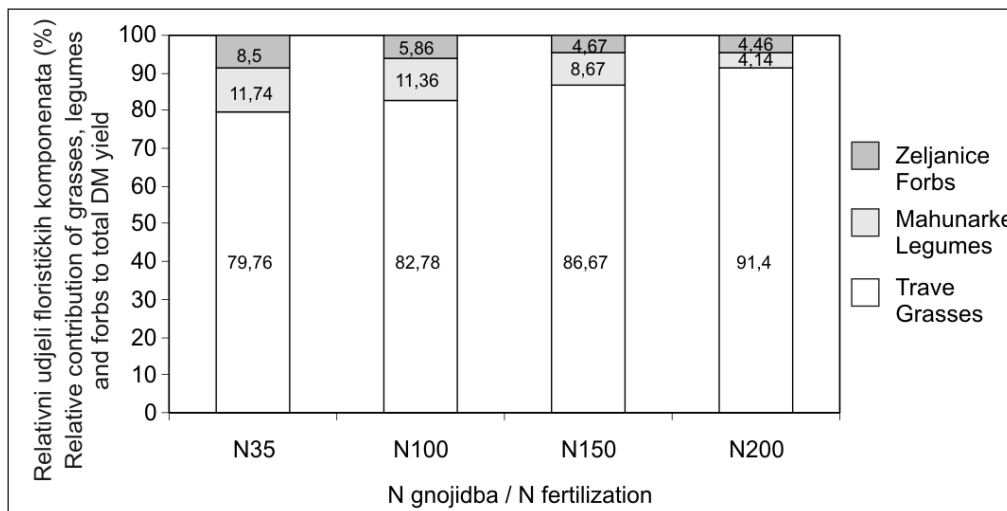
ns nije signifikantno na razini 0,05/not significant at the 0.05 level

Vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite./The differences between the values with the same letters are statistically insignificant at P=0.05.

Grafikon 3: Relativni udjeli (%) trave, mahunarki i zeljanica u ukupnom prinosu ST TDS različitih rokova košnje, 2003. godine
 Graph 3: Relative contribution of grasses, legumes and forbs to total DM yield, at different stages of grass maturity 2003



Grafikon 4: Relativni udjeli (%) trave, mahunarki i zeljanica u ukupnom prinosu ST TDS različitim razinama N gnojidbe, 2003. godine
 Graph 4: Relative contribution of grasses, legumes and forbs to total DM yield, at different N application rates 2003



Rasprava

Reakcija travnjaka na različite količine primijenjenog dušika kompleksna je funkcija brojnih činitelja i njihovih interakcija, ponajprije zbog dostupnosti primijenjenog N u ionskom obliku i njegova položaja u tlu, dužini i učinkovitosti korijenovog sustava biljke i gubitaka N ispiranjem ili volatizacijom (Douglas i Crawford, 1998.). Recentne preporuke o količini N gnojiva na travnjacima bazirane su na ekonomskim kriterijima, povezanim s produkcijom suhe tvari. Brojna istraživanja diljem Europe ukazuju na optimalne godišnje količine N od 200-400 kg N ha⁻¹ (Prins i sur., 1988., Whitehead, 1995.). Međutim, neosporno je da se percepcija o korištenju N na travnjacima, pogotovo u proizvodnji mlijeka, temeljito mijenja u posljednjih deset godina, a te promjene idu u smjeru održivih i ekološki prihvatljivih sustava gospodarenja u poljoprivredi (Jarvis, 1998.). Smjese trava i djetelina čine osnovu tih sustava u mnogim zemljama Europe. Međutim, takve smjese dosta se oslanjaju na biološki fiksirani N, kao glavni izvor N, i često puta su oskudno opskrbljene N u proljeće jer biološki procesi koji osiguravaju N u tratini (fiksacija i mineralizacija) zavise o temperaturi. Primjenom N gnojiva u proljeće možemo nadomjestiti taj nedostatak. Problem je u tome, što N smanjuje udio djetelina u tratini ukoliko se aplicira u većim količinama. Naime, široko je prihvaćeno mišljenje da gnojidba dušičnim gnojivima, prije ili kasnije, rezultira smanjenjem udjela bijele djeteline u DTS (Davidson i Robson, 1990.) i to zbog djelovanja N na inhibiciju grananja vriježa (Laidlaw i Steen, 1989.) i povećano propadanje mlađih grana vriježa (Höglind i Frankow-Lindberg, 1998.). Iz istraživanja u kontroliranim uvjetima jasno je da biljke bijele djeteline, uzgajane pojedinačno ili u monokulturi, reagiraju više pozitivno nego negativno na mineralni dušik (Arnott, 1984., Davidson i Robson, 1986.). Mnogi radovi također pokazuju da u smjesi bijela djetelina nije ni u kakvom podređenom položaju u odnosu na trave, što se tiče kompeticije za svjetlo (Davidson i sur., 1982., Dennis i sur., 1984., Dennis i Woledge, 1985., Davidson i Robson, 1985., Woledge, 1988.).

Proljetna aplikacija 50 do 100 kg/ha/god. N može biti praktična za postizanje sigurnog prinosa krme u proljeće, uz samo kratkotrajno štetan učinak na udio bijele djeteline u tratini (Schils, 1997.), dok Nevens i Rehuel (2003.) tvrde da je ekonomski optimalna količina N na košenim travnjacima najmanje 400 kg ha⁻¹ god⁻¹, a ukoliko se želi postići održiv prinos temeljen na bijeloj djetelini, doza N gnojiva ne bi smjela prelaziti 100 kg ha⁻¹. U ovom istraživanju količine N veće od 100 kg ha⁻¹ god⁻¹ u prvoj godini nisu

značajno povećale produkciju ST travnjaka, a udio bijele djeteline je značajno smanjen tek primjenom $200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$. Moguće je da je dvostruko veća količina oborina od višegodišnjeg prosjeka u travnju 2002. godine uzrokovala gubitak dijela primijenjenog N, pa je izostao pozitivan učinak većih količina od 100 kg N ha^{-1} na prinos travnjaka. U drugoj godini su suša i visoke temperature znatno smanjile prinose, ali i razlike u ostvarenim prinosima ST među N tretmanima. Očekivano najveći prinosi ST postignuti su s najvećim količinama primijenjenog dušika. Količina N od 150 kg ha^{-1} smanjila je udio bijele djeteline za 31% u odnosu na N_{100} , a N_{200} je smanjila udio djeteline u prinosu ST za >100% u odnosu na 150 kg N ha^{-1} . Razloge, vjerojatno, treba tražiti i u dodatnom negativnom djelovanju temperaturnog i vodnog stresa uz uobičajeno primijećeni negativni utjecaj N gnojidbe na bijelu djetelinu.

Teoretski, godišnji prinos smjese trava i bijele djeteline (u 50:50 smjesi) procjenjuje se na $18,5\text{-}22,5 \text{ t ST ha}^{-1}$, u usporedbi s $27\text{-}30 \text{ t ST ha}^{-1}$ koliko bi se moglo dobiti od monokulture trava (Frame i Newbould, 1984.). Stvarna produkcija krme obično je puno manja, oko $12\text{-}15 \text{ t ST ha}^{-1}$ kod engleskog ljljka gnojenog maksimalnim količinama N i na pogodnim tlima (Hopkins i sur., 1995.). Za smjesu trave/bijela djetelina tipična godišnja produkcija ST je $5\text{-}10 \text{ t ha}^{-1}$; ova manja vrijednost obično je povezana s nepovoljnim uvjetima rasta (stres vode) ili niskim udjelom djeteline u smjesi (Hopkins, 2000.). Prosječna produkcija ST u cjelokupnom ovom istraživanju kretala se u navedenom prosjeku ($5,2 \text{ t ha}^{-1}$), s naglaskom da je u normalno vlažnoj godini (2002.) prosječni prinos ST iznosio $7,5 \text{ t ha}^{-1}$, a u izrazito suhoj 2003. godini samo $2,8 \text{ t ha}^{-1}$.

Promjene florističkog sastava tratine povezane su s N gnojdbom. Čini se, da je jačom gnojdbom (van der Bergh, 1991.) uzrokovan brži i intenzivniji rast nekih vrsta (obično trava) u usporedbi s drugim vrstama (većinom dikotiledone). Pozitivan učinak N na rast trava utvrđen u brojnim istraživanjima (Wedin, 1974.; Štafa i Magdić, 1983.; Guillard i sur., 1995.; Whitehead, 1995.) potvrđen je i u ovom istraživanju, jer su količine 150 i 200 kg N ha^{-1} povećale prinos ST trava u prvoj godini u odnosu na niže količine primijenjenog dušika. U drugoj godini količina primijenjenog N nije utjecala značajno na prinos ST trava zbog negativnog utjecaja suše na porast tratine poslije prvog otkosa, ali je udio trava u ukupnom prinosu ST proporcionalno rastao povećanjem količine primijenjenog N. Bijela djetelina je slab kompetitor za hraniva i svjetlo u usporedbi s travama koje imaju uspravan (erectum) rast, veću biomasu i razgranatost korijenja i manje zahtjeve prema klimatskim i nutritivnim činiteljima. Primjena N gnojiva povećava tu

kompeticijsku sposobnost trava i u isto vrijeme smanjuje nodulaciju i fiksaciju atmosferskog N kod djetelina (Dunlop i Hart, 1987.). To je razlog za niži udio bijele djeteline u prinosu ST od optimalnih >30% (Martin, 1960.; Harris i Thomas, 1973.) kod svih tretmana, a osobito kod tretmana s najvećom količinom N, gdje je relativni udio trava u prinosu ST bio je preko 90%.

Zbog značajnog variranja količine hranjivih tvari u biljnoj masi, zavisno o stadiju zrelosti tratine prilikom košnje, vrijeme kad se ostvaruju najveći prinosi hranjivih tvari (osobito sirovih proteina), ne podudara se s vremenom u kome se ostvaruju najveći prinosi suhe tvari krme. Kakvoća krme, osobito probavljivost, najveća je u fazi busanja i vlatanja trava, a smanjuje se u fazi metličanja (klasanja) i cvatnje. Optimalno vrijeme košnje za trave je razdoblje od vlatanja do početka metličanja (klasanja), točnije u trenutku kad je cvat umotan u rukavac zadnjeg lista. U odabiru optimalnog stadija razvoja tratine u trenutku košnje, važno je uzeti u obzir utjecaj tog stadija na prinos i kakvoću krme. Poznato je da prinos suhe tvari krme raste prelaskom tratine u reproduktivni stadij, dok učestalija košnja u ranijim stadijima zrelosti tratine povećava kvalitetu, ali smanjuje sezonalne prinose krme (Sheafer i sur., 1998.).

To se potvrdilo i u prvoj godini ovog istraživanja, gdje je odgađanjem košnje do punog metličanja trava postignut 15% veći prinos suhe tvari u odnosu na košnju u početku metličanja. Kasniji rok košnje je, očito, pogodovao nakupljanju suhe tvari u najzastupljenijoj komponenti smjese-travama, jer su jedino prinos ST i udio trava u ukupnom prinosu ST u prvoj godini istraživanja bili pod značajnim utjecajem stadija zrelosti tratine prilikom košnje, pa je u punom metličanju prinos trava bio 24%, a relativni udio 7,5% veći u odnosu na početak metličanja. Međutim, bez obzira na povećani prinos ST, kod pripremanja krme za mliječna goveda kakvoća igra veću ulogu nego količina ST, pa bi travnjak trebalo kositi najkasnije do početka metličanja (optimalno kad je cvat zamotan u zadnji rukavac lista). Za hranidbu mesnih pasmina goveda (pogotovo držanih u sustavu krava-tele) rok košnje travnjaka može se produžiti najdalje do punog metličanja (klasanja) trava i tako dobiti veće prinose krme nešto slabije kvalitete. Ove pasmine mogu se tijekom zime hraniti i krmom nešto slabije hranidbene vrijednosti, pa čak i ispod uzdržnih potreba (Knežević i Stipić, 1996.).

Zaključci

U normalno vlažnoj 2002. godini količine N veće od 100 kg ha⁻¹ god⁻¹ nisu značajno povećale produkciju ST travnjaka, udio bijele djeteline je značajno smanjen tek kod tretmana N₂₀₀. U sušnijoj 2003. godini snižavanjem količine apliciranog N snižavao se prinos ST TDS i relativni udio mahunarki, a povećavao relativni udio trava.

Košnjom travnjaka u punom metličanju trava u 2002. godini postignut je 15% veći prinos suhe tvari u odnosu na košnju u početku metličanja. U punom metličanju prinos trava bio je 24%, a relativni udio 7,5% veći u odnosu na početak metličanja.

Stadij zrelosti tratine prilikom košnje nije značajno djelovao na prinos i relativni udio mahunarki i zeljanica u 2002. godini.

U 2003. godini na prinose ST trava, mahunarki i zeljanica nisu značajno utjecali ni starost tratine prilikom košnje, ni razina N gnojidbe. Stadij zrelosti tratine prilikom košnje značajno je utjecao jedino na relativni udio zeljanica u prinosu ST TDS. U početku metličanja, u prinosu ST TDS, bilo je 116,2% više zeljanica nego u punom metličanju.

Povećavanjem razine N gnojidbe iznad 100 kg ha⁻¹ padao je relativni udio zeljanica u prinosu ST TDS.

THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND STAGE OF MATURITY AT HARVEST ON GRASSLAND PRODUCTIVITY AND BOTANICAL COMPOSITION

Summary

*The basic limiting factors for forage production on grasslands are insufficient available nitrogen (N) and harvest at advanced maturity stages. The aim of the present research was to determine the optimum quantity of N fertilizer, the possibility of mineral N fertilizer reduction by sowing the perennial legumes and the influence of N fertilization level and the stage of maturity at harvest on grassland yield and botanical composition. The investigation was carried out on sown grass-legume mixture in Zaprešić in 2002 and 2003. Four levels of N fertilization were applied on grassland (N35, N100, N150, N200 relating to 35, 100, 150 and 200 kg N ha⁻¹ per year respectively) and cut at two stages of maturity (panicle emergence and panicle clear of leaf sheath of *Dactylis glomerata* as the dominant grass). The average*

dry matter (DM) yields in 2002 and 2003 were 7.52 t ha^{-1} and 2.84 t ha^{-1} respectively. More than 100 kg N ha^{-1} had no significant effect on DM yield in 2002 while white clover proportion was significantly ($P < 0.01$) reduced only at N200. Grass DM yield was the highest at N200 and N150 (7.25 and 7.12 t ha^{-1} respectively). Fertilizing treatment had no significant effect on relative grass proportions in DM yield (82.7% in average). Harvest at the stage of panicle clear of leaf sheath increased DM yield for 15% in comparison with the panicle emergence growth stage (6.98 t ha^{-1}). Grass yield increased for 24% and the relative grass proportion for 7.5% at the stage of panicle clear of leaf sheath in comparison with the panicle emergence growth stage (5.58 t ha^{-1} and 79.94% respectively).

The stage of growth at harvest had no significant effect on legume and forbs yield and their contribution to total DM yield in 2002. The highest DM yield in 2003 was determined at N200 (3.14 t ha^{-1}) and the lowest at N35 (2.47 t ha^{-1}). The increased N application led to increased grass and reduced legume contribution to the total DM yield. The highest grass contribution to DM yield determined at N200 (91.4%) was 14.6% higher in relation to N35 (79.76%). The highest legume contribution to DM yield was determined at N35 (11.75%) and at N100 (11.36%) while the lowest at N200 (4.14%).

Key words: nitrogen, stage of maturity, grassland, yield, botanical composition

Literatura

ÅMAN, P. and LINDGREN, E. (1983.): Chemical composition and in vitro degradability of individual chemical constituents of six Swedish grasses harvested at different stages of maturity. *Swedish Journal of Agricultural Research* 13, 221-227.

ARNOTT, R. A. (1984.): An analysis of the uninterrupted growth of white clover swards receiving either biologically fixed nitrogen or nitrate in solution. *Grass and Forage Science* Vol. 39, 305-309.

BUSSINK, D. W. (1994.): Relationship between ammonia volatilization and nitrogen fertilizer application rate, intake and excretion of herbage nitrogen by cattle on grazed swards. *Fertilizer Research*, 38, 111-121.

DAVIDSON, I. A. and ROBSON, M. J. (1985.): Effect of nitrogen supply on the grass and clover components of simulated mixed swards grown under favourable environmental conditions: II. Nitrogen fixation and nitrate uptake. *Annals of Botany*, 55, 697-703.

DAVIDSON, I. A. and ROBSON, M. J. (1986.): Effect of temperature and nitrogen supply on the growth of perennial ryegrass and white clover. 2. Comparison of monocultures and mixed swards. *Annals of Botany*, 57, 709-719.

- DAVIDSON, I. A. and ROBSON, M. J. (1990.): Short-term effects of nitrogen on the growth and nitrogen nutrition of small swards of white clover and perennial ryegrass in spring. *Grass and Forage Science* Vol. 45, 413-421.
- DAVIDSON, I. A., ROBSON, M. J. and DENNIS, W. D. (1982.): The effects of nitrogenous fertilizer on the composition, canopy structure and growth of a mixed grass/clover sward. *Grass and Forage Science* Vol. 37, 178-179.
- DEMARQUILLY, C., ANDRIEU, J., SAUVANT, D., (1978.): Composition et valeur nutritive des aliments. In : R. Jarrige (ed), Alimentation des ruminants, chapitre 16, 469-518. INRA Paris.
- DENNIS, W. D. and WOLEDGE, J. (1985.): The effects of nitrogenous fertilizer on the photosynthesis and growth of white clover/perennial ryegrass swards. *Annals of Botany*, 55, 171-178.
- DENNIS, W. D., WOLEDGE, J., CULHANE, K. and STOCKES, J. (1984.): Effects of clover morphology on growth and photosynthesis in mixed swards. In: Thomas, D. J. (ed.) *Forage Legumes, Occasional Symposium No. 16*, British Grassland Society, 188.
- DOUGLAS, J. T. and CRAWFORD, C. E. (1998.): Soil compaction effects on utilisation of nitrogen from livestock slurry applied to grassland. *Grass and Forage Science*, 53, 31-40.
- DUNLOP, J. and HART, A. L. (1987.): Mineral nutrition. In: Baker, M. J. and Williams, W.M. (eds) *White Clover*, UK, CAB International, 153-183.
- FRAME, J. and NEWBOULD, P. (1984.): Herbage production from grass/white clover swards. In Thomson D. J. (ed) *Forage Legumes. BGS Occasional Symposium*, No.16, 15-35. BGS, Hurley.
- GOODING, R. F. and FRAME, J. (1997.): Effects of continuous sheep stocking and strategic rest period on the sward characteristics of binary perennial grass/white clover associations. *Grass and Forage Science* Vol. 52, 350-359.
- GUILLARD, K., GRIFFIN, G. F., ALLINSON, D. W., RAFEY, M. M., YAMARTINO W. R. and PIETRZYK, S. W. (1995.): Nitrogen utilization of selected cropping system in the U.S. Northeast: Dry matter yield, N uptake, apparent N recovery and N use efficiency. *Agronomy Journal* 87:193-199.
- HARRIS, W. and THOMAS, V. J. (1973.): Competition among pasture plants. Effect of frequency and height of cutting on competition between white clover and two ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 16, 49-58.
- HOCKENSMITH, R. L., SHEAFFER, C. C., MARTEN, G. C. and HALGERSON, J. L. (1997.): Maturation effects on forage quality of Kentucky Bluegrass. *Canadian Journal of Plant Science* 77, 75-80.
- HOPKINS, A. (2000.): Herbage production. In: A. Hopkins (ed) *Grass Its Production and Utilization*, BGS, Blackwell Science Ltd, 90-106.
- HOPKINS, A., MURRAY, P. J., BOWLING, P. J., ROOK, A. J. and JOHNSON, J. (1995.): Productivity and nitrogen uptake of ageing and newly sown sward of perennial ryegrass

(*Lolium perenne* L.) at different sites and with different nitrogen fertilizer treatments. *European Journal of Agronomy*, 4, 65-75.

HÖGLIND, M. and FRANKOW-LINDBERG, B. (1998.): Growing point dynamics and spring growth of white clover in a mixed sward and the effects of nitrogen application. *Grass and Forage Science*, 53, 338-345.

JARVIS, S. (1990.): Ammonia volatilization from grazed grasslands: effects of management on annual losses. In: Merckx R., Vereecken, H. and Vlassak K. (eds) *Fertilization and the Environment*, pp. 297-304. Leuven: Leuven University Press.

JARVIS, S. C. (1998.): Nitrogen management and sustainability. In: Cherney, J.H. and Cherney, D.J.R. (eds) *Grass for Dairy Cattle*, CABY Publishing, CAB International, 161-192.

JORDAN, C. (1989.): The effect of fertilizer type and application rate on denitrification losses from cut grassland in Northern Ireland. *Fertilizer Research*, 19, 45-55.

KNEŽEVIĆ, M. and STIPIĆ, N. (1996.): Effects of restrictive winter feeding on body-weight of cows in grazing period in «cow-calf» system. 4th International Symposium «Animal Science Days», Kaposvar, Hungary, September 8-10.

LAIDLAW, A. S. and STEEN, R. W. J. (1989.): Turnover of grass and white clover leaves in mixed swards continuously grazed with steers at a high- and low-N fertilizer level. *Grass and Forage Science*, Vol. 44, 249-258.

MARRIOT, C. A. (1988.): Seasonal variation in white clover content and nitrogen fixing (acetylene reducing) activity in a cut upland sward. *Grass and Forage Science*, Vol. 43, 253-262.

MARSH, R. (1977.): Effect of nitrogenous fertilizer on production per animal and per unit area by beef cattle offered similar daily allowances of herbage. *Grass and Forage Science* Vol. 32, 25-32.

MARTIN, T. W. (1960.): The role of white clover in grassland. *Herbage Abstracts*, 30, 159-164.

MOWAT, D. N., FULKERSON, R. S., TOSSELL, W. E. and WINCH, J. E. (1965.): The in vitro digestibility and protein content of leaf and stem portions of forages. *Canadian Journal of Plant Science* 45, 321-331.

NEVENS, F. and REHUEL, D. (2003.): Effects of cutting or grazing grass swards on herbage yield, nitrogen uptake and residual soil nitrate at different levels of N fertilization. *Grass and Forage Science*, 58, 431-449.

PRINS, W. H., DILZ, K. and NEETESON, J. J. (1988.): Current recommendation for nitrogen fertilization within the EEC in relation to nitrate leaching. *Proceedings of the Fertilizer Society*, 276.

SAS Institute (1997.): SAS/STAT software: Changes and enhancements through release 6.12. SAS Inst., Cary, NC.

SCHILS, R. L. M. (1997.): Effect of spring application of nitrogen on the performance of perennial ryegrass white clover swards at two sites in the Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 45, 263-275.

SHEAFFER, C. C., SEGUIN, P. and CUOMO, G. J. (1998.): Sward characteristics and management effects on cool-season grass forage quality. In: Cherney, J.H. and Cherney, D.J.R. (eds) *Grass for Dairy Cattle*, CABY Publishing, CAB International, 73-100.

ŠTAFKA, Z. (1978.): Produktivnost, kvaliteta i sumarna vrijednost negnojene i gnojene livadne zajednice *Bromo-Cynosuretum Cristati* H-ić u odnosu na zasijanu tratinu. III. Jugoslavenski simpozij o krmnom bilju, Bled, 25-28.

ŠTAFKA, Z. i MAGDIĆ, Ž. (1983.): Utjecaj gnojidbe na promjenu botaničkog sastava, kvalitetu i produktivnost livade *Arrhenatheretum elatioris* Br-BI. Zbornik naučnih radova sa IV. jugoslavenskog simpozija o krmnom bilju, Novi Sad, 443-454.

TERRY, R. A. and TILLEY, J. M. A. (1964.): The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. *Journal of British Grassland Society* 19, 363-372.

VAN DER BERGH, J. P. (1991.): Distribution of pasture plants in relation to chemical properties of the soil. In: Porter, J. K. and Lawlor, D. W. (ed.) *Plant Growth – Interactions with Nutrition and Environment*. Cambridge: Cambridge University Press, 11-23.

VERMOESEN, A. (1999.): Aspects of nitrogen losses from grassland. *Ph. D. Thesis*, Belgium: Gent University.

WATSON, C., JORAN, C. and STEEN, R. (1992.): Annual N balances for grazed grassland. In: Francois, E., Pithan, K. and Bartiaux-Thill, N. (eds) *Nitrogen Cycling and Leaching in Cool and Wet Regions of Europe. COST 814 Workshop Proceedings*, Gembloux, Belgium, pp.35-37.

WEDIN, W.F. (1974.): Fertilization of cool season grasses. In: D.A. Mays (eds) *Forage fertilization*. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, 95-118.

WHITEHEAD, D. C. (1995.): *Grassland nitrogen*. CAB International, Oxford, UK.

WOLEDGE, J. (1988.): Competition between grass and clover in spring as affected by nitrogen fertilizer. *Annals of Applied Biology*, 112 175-186.

Adrese autora – Author's addresses:

Doc. dr. sc. Josip Leto

Prof. dr. sc. Mladen Knežević

Krešimir Bošnjak, dipl. ing.

Goran Perčulija, dipl. ing.

Dr. sc. Marina Vranić

Hrvoje Kutnjak, prof. biol.

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za specijalnu proizvodnju bilja, Centar za travnjaštvo.

Prispjelo – Received: 26. 05. 2005.

Prihvaćeno – Accepted: 08. 07. 2005.