

**UTJECAJ RASTUĆIH KOLIČINA MINERALNIH GNOJIVA
NA PRIRODE SIJENA I SVOJSTVA TLA LIVADNIH
ZAJEDNICA RANE PAHOVKE (*Arrhenatheretum elatioris*)
FACIJES ESPARZETE (*Onobrychis viciaefolia*) I USPRAVNE
STOKLASE I ŠIROKOLISNOG TRPUTCA
(*Bromo-Plantaginetum mediae*) FACIJES BRDSKE DJETELINE
(*Trifolium montanum*)**

**INFLUENCE OF INCREASING AMOUNTS OF ARTIFICIAL
FERTILIZERS ON HAY YIELDS AND SOIL PROPERTIES OF
MEADOW ASSOCIATIONS OF BUTTON GRASS (*Arrhenatheretum*
elatioris) ESPARCETTE FACIES (*Onobrychis viciaefolia*) AND
UPRIGHT BROME AND HOARY PLANTAIN (*Bromo-Plantaginetum*
mediae) MOUNTAIN CLOVER (*Trifolium montanum*) FACIES**

V. Ivanek, Nada Dadaček i Marijana Ivanek-Martinčić

SAŽETAK

U ovom radu prikazuju se rezultati istraživanja razlika u učincima rastuće količine mineralnih gnojiva na visinu priroda sijena i promjenu svojstva tla na livadnoj zajednici *Arrhenatheretum elatioris* facijes *Onobrychis viciaefolia* i livadnoj zajednici *Bromo-Plantaginetum mediae* facijes *Trifolium montanum*.

Ključne riječi: facies, esparzeta (*Onobrychis viciaefolia*) brdska djetelina (*Trifolium montana*), svojstva tla, priroda.

ABSTRACT

The paper presents research results of differences in the effects of increasing amount of artificial fertilizers on hay yields and change of soil properties in meadow associations *Arrhenatheretum elatioris* *Onobrychis viciaefolia* facies and in meadow association *Bromo-Plantaginetum mediae* *Trifolium montanum* facies.

Key words: facies, esparcette (*Onobrichis viciaefolia*), mountain clover (*Trifolium montanum*), soil properties, yield.

UVOD I PROBLEM*

Brojni gnojidbeni pokusi provedeni na livadama križevačkog i vrbovečkog područja prije postavljanja pokusa s rastućim količinama mineralnog gnojiva uglavnom su imali cilj utvrđivanje učinka gnojidbe na različitim livadnim zajednicama kako na visinu priroda, tako i na promjenu botaničkog sastava.

Posebna pažnja bila je posvećena utvrđivanju učinka fosfora, kalija i dušika i promjeni florističkog sastava (Ivanek, 1978, 1978, 1978, 1985, 1988, 1989).

Na osnovi usporednih pedoloških i fitocenoloških istraživanja učinka mineralne gnojidbe utvrđeno je da u okviru iste livadne zajednice postoje različita reagiranja na gnojidbu. To osobito vrijedi za dolinske livadne zajednice krestaca (*Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930) i rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris* Br.B1. 1919).

Tako je učinak biljnih hraniva u kg sijena 5 gnojidbenih pokusa na zajednici krestaca u 1968. godini i ponovljenoj gnojidbi u 1969. godini na križevačkom području iznosio (Ivanek, 1972):

Učinak 1 kg hraniva u kg sijena:

	1968. godina	1969. godina
1 kg N	od 10,6 do 21,3	od -15,0 do 34,3
1 kg P ₂ O ₅	od 2,8 do 12,0	od 4,3 do 30,0
1 kg K ₂ O	od 0,4 do 2,1	od -0,9 do 4,7.

Treba napomenuti da je količina dušika (N) u gnojidbi iznosila 60 kg/ha, fosfora (P₂O₅) 110 kg/ha, kalija (K₂O) 160 kg/ha. Te razlike u učincima biljnih hranjiva u gnojidbi na prirodnim livadnim zajednicama pokazuju i podaci iz literature.

Tako su Šoštarić-Pisačić i Kovačević (1968) na osnovi sakupljenih podataka gnojidbe na zajednici krestaca, utvrdili sljedeće variranje učinka biljnih hranjiva u jednogodišnjoj gnojidbi:

1 kg N	od -20,0 do 20,0 kg sijena
1 kg P ₂ O ₅	od 0,6 do 25,4 " "
1 kg K ₂ O	od 2,9 do 19,0 " "

*Ovaj rad sufinancirao je znanstveni fond Republike Hrvatske.

Ovi podaci literature pokazuju da staništa i floristički sastavi fitocenološki utvrđenih livadnih zajednica prirodnih livada imaju preširoki raspon razlika u svojstvima staništa i florističkom sastavu, što utječe na različito reagiranje na gnojidbu. Budući da su gnojidbeni pokusi na križevačkom području provedeni usporednim istraživanjem tla i florističkog sastava u odnosu na učinak gnojidbe utvrđeno je, da na razlike u učincima i rentabilitetu gnojidbe najviše utječe vlažnost tla, tekstura, reakcija (pH) tla, opskrbljenost biljnim hranivima, te floristički sastav facijesa negnojene livade (Ivanek, 1972, 1974, 1974, 1978, 1988).

Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem (K_2O), a osobito fosforom (P_2O_5), na gotovo svim tlima livadnih zajednica vrlo je niska, što su utvrdili Ivanek (1972, 1974, 1979, 1984.), te Ivanek i sur. (1994). Isto vrijedi za sijeno, što je utvrdio Kalivoda i sur. (1971.).

Zbog te raznolikosti svojstva staništa, florističkog sastava, te djelovanja klimatskih prilika postoji mnogo veća složenost u povećanju učinka gnojidbe na prirodnim livadama nego na oranicama, gdje je gnojidba usmjerena na obrađeno tlo i jednu biljku.

Upravo zbog toga ukazala se potreba istraživanja učinka rastućih količina gnojiva na visinu i floristički sastav priroda sijena, te promjenu svojstva tla, osobito povećanja opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O).

S tim ciljem postavljeni su usporedni gnojidbeni pokusi s rastućim količinama gnojiva NPK 8:26:26 na karbonatnim tlima niske plodnosti pod facijesima esparzete i brdske djeteline.

METODIKA ISTRAŽIVANJA

Gnojidbeni pokusi postavljeni su na facijesu livadne esparzete (*Onobrychis viciaefolia*), zajednice rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris*) što se nalazi na lijevom priobalju potoka Salnik blizu mjesta Guščerovec i na facijesu brdske djeteline (*Trifolium montanum*), zajednice uspravne stoklase i širokolisnog trputca (*Bromo-Plantaginetum mediae* Horv. 1931), iznad mjesta Gor. Obrež.

Pokusi su postavljeni u proljeće 1989. godine metodom latinskog kvadrata u 5 kombinacija gnojidbe:

1. negnojena (0)
2. 200 kg/ha NPK 8:26:26
3. 400 kg/ha " "
4. 600 kg/ha " "
5. 800 kg/ha " "

Veličina parcele bila je $2 \times 5 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$. Prirodi sijena utvrđivani su košnjom i vaganjem zelene mase u 2 otkosa i pomoću faktora sijena preračunavani su u prirodu sijena u t/ha. Prije postavljanja pokusa uzeti su uzorci tla za pedološke analize na dubini od 0-15 cm.

Floristički sastav tratine svake parcele gnojidbene kombinacije utvrđivan je metodom Klappa i sur. modificiranom po Šoštarić-Pisačiću i Kovačeviću.

Nakon košnje prvog otkosa ponovno su uzeti iz dubine od 0-15 cm prosječni uzorci tla iz svake parcele. Pedološka polujama kopana je uz lokaciju pokusa.

Pedološke analize tla obavljene su u Agropedološkom laboratoriju Poljoprivrednog instituta Križevci.

Odnosi između visine priroda sijena, količine gnojiva i nekih svojstava tla utvrđivani su korelacijom i regresijom.

Cilj ovih pokusa bio je utvrđivanje krivulje povećanja priroda sijena, promjene florističkog sastava i kemijskih svojstava tla primjenom rastućih količina kalija, osobito fosfora. Rezultati pokusa trebali bi pridonijeti rentabilnosti gnojidbe i njenom cjelovitijem utjecaju na promjene u ekosustavu prirodnih livada.

KLIMATSKE PRILIKE

Klimatske prilike odnosno srednje mjesečne temperature zraka u °C i mjesečna količina oborina u mm za 1989. godinu u odnosu na višegodišnji prosjek (1926.-1957.) prikazuje tablica 1.

Na tablici 1 vidi se da je 1989. godina bila za $0,3^\circ\text{C}$ toplija od višegodišnjeg prosjeka. Najtopliji mjeseci srpanj i kolovoz imali su nešto nižu srednju mjesečnu temperaturu zraka, ali je zato ožujak bio topliji za $3,7^\circ\text{C}$, a travanj za $0,9^\circ\text{C}$.

Količina oborina u 1989. godini bila je za 57,3 mm manja od višegodišnjeg prosjeka, ali su proljetni i ljetni mjeseci, odnosno travanj do kraja kolovoza bili natprosječno kišni s ukupno 470 mm oborina.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ekološke karakteristike staništa facijesa esparzete (*Onobrychis viciaefolia*) u livadnoj zajednici rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris*)

Lokalitet ovog facijesa nalazi se na ravnom lijevom priobalnom dijelu uz potok Salnik južno od ceste Križevci - Sv. Petar Orehovec, zapadno od sela Guščerovec, na nadmorskoj visini od 140 m. Livada u katastarskim kartama nosi naziv Banat.

Pedogeneza livadnog tla odvijala se na aluvijalno karbonatnom supstratu

Tablica 1 Klimatske prilike u 1989. godini u odnosu na višegodišnji prosjek (1926.-1957.) (Agrometeorološka stanica Križevci)

Table 1 Climatic conditions in 1989 in relation to several year average (1926-1957) (Agrometeorological station Križevci)

I	Mjeseci - Months											Prosjek ukupno Average total
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Temperatura zraka u 1989. godini u °C Air temperature in 1989 in °C												
-1,6	3,4	8,5	11,3	14,0	16,0	20,2	19,0	14,9	9,3	3,7	2,3	10,1
Prosjek 1926-1956 - Average 1926-1956												
-1,7	0,5	4,8	10,4	14,8	18,5	20,4	19,5	15,5	9,9	5,0	0,5	9,8
Količina oborina u 1989. godini u mm Amount of precipitations in 1989 in mm												
48,0	28,0	50,2	46,5	108,0	89,9	34,0	191,4	86,5	14,9	33,7	33,6	764,8
Prosjek 1926-1956 - Average 1926-1956												
48,0	40,0	45,0	58,0	84,0	93,0	77,0	71,0	70,0	80,0	87,0	59,0	822,0

donešenom poplavnom vodom vodotoka Salnik i Kamešnica. Značajniju ulogu imala je kalcifikacija vapnenom prašinom s ceste Guščerovec - Sv.Petar Orehovec.

Pedološka svojstva tla do 50 cm dubine negnojene livade prikazuje tablica 2.

Na tablici 2 se vidi da je tlo ilovaste teksture, neutralne reakcije, siromašno fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i s količinom humusa tipičnom za livade zajednice rane pahovke (Ivanek, 1972).

Floristički sastav ovog facijesa bogat je travnjačkim biljnim vrstama. Od trava (Poaceae) najviše su zastupljene mekodlakava zobika (*Avena pubescens*), klupčasta oštrica (*Dactylis glomerata*), zlatožuta zobika (*Avena flavescens*), vlasulja livadna (*Festuca pratensis*), te rana pahovka (*Arrhenatherum elatius*).

Od lepirnjača najviše su zastupljene esparzeta (*Onobrychis viciaefolia*), crvena djetelina (*Trifolium pratense*), bijela djetelina (*Trifolium repens*), hmeljasta lucerna (*Medicago lupulina*), te rnjavi zečak (*Ononis hircina*).

Treba napomenuti da esparzeta ima svoje ishodište na karbonatnim tlima glavnog grebena Kalničke gore odakle se poplavnom vodom proširila na ovo specifično stanište zajednice rane pahovke.

Od zeljanica najviše su zastupljene livadna kadulja (*Salvia pratensis*), dimak (*Crepis biennis*), pastirjak (*Pastinaca sativa*), ivančica (*Chrysanthemum leucanthemum*), bročika (*Galium* sp.), livadni različak (*Centaurea jacea*), obična prženica (*Knautia arvensis*), mrkva (*Daucus carota*), te lavlji zub (*Leontodon* sp.).

Ovaj floristički sastav trava, lepirnjača i zeljanica jasno ukazuje na karbonatno tlo, što dokazuju i pedološke analize.

Livada se iskorištava u dva otkosa s jesenskim napasivanjem, uglavnom bez stalne primjene gnojiva. Ocjenjuje se kao dobra livada sušeg staništa zajednice rane pahovke.

Ekološke karakteristike staništa facijesa brdske djeteline (*Trifolium montanum*) u livadnoj zajednici uspravne stoklase i širokolisnog trputca (*Bromo-Plantaginetum mediae* Horv. 1931)

Lokalitet livade ovog facijesa je iznad sela Gor. Obrež na sjevernom nagibu glavnog grebena Kalničke gore. Nagutost površine prema sjeveru iznosi 15-18°. Nadmorska visina je 420-425 m. Livada se nalazi u susjedstvu šume crnog jasena (*Fraxinus ornus*), hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i običnog graba (*Carpinus betulus*). Na južnoj strmijoj padini grebena nasuprot ove livade je šuma hrasta medunca (*Quercus pubescens*).

Pedološka svojstva tla do dubine 50 cm negnojene livade prikazuje tablica 3, na kojoj se vidi da je tlo glinasto ilovaste teksture, neutralne reakcije i vrlo siromašno fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5).

Tablica 2 Pedološka svojstva tla u zajednici rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris*) facijesa esparzete (*Onobrychis viciaefolia*)
 Table 2 Pedological characteristics of soil in meadow association of button grass (*Arrhenatheretum elatioris*) of esparcette facies

Dubina tla u cm Soil depth in cm	% čestica tla u mm φ % of mechanical elements			pH u pH in		Humus u % Humus in %	Ukupni N u % Total N in %	mg/100 g-tla mg/100 g soil (AL- metoda) (AL-method)	
	2,0-0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	H ₂ O	1M KCl			P ₂ O ₅	K ₂ O
0-15	0,38	43,72	36,90	7,18	6,48	6,43	0,18	2,4	6,5
18-22	0,17	39,08	37,10	7,63	6,81	3,69	0,11	0,6	6,2
25-30	0,10	39,95	34,60	7,83	6,62	2,19	0,07	0,3	5,9
45-50	0,10	38,35	33,05	7,64	6,33	-	-	-	-

Tablica 3 Pedološka svojstva tla u zajednici uspravne stoklase i širokolisnog trputca (*Bromo-Plantaginatum mediae*) facijesa brdske djeteline (*Trifolium montanum*)
 Table 3 Pedological characteristics of soil in meadow association of upright brome and hoary plantain of mountain clover (*Trifolium montanum*) facies

Dubina tla u cm Soil depth in cm	% čestica tla u mm φ % of mechanical elements			pH u pH in		Humus u % Humus in %	Ukupni N u % Total N in %	mg/100 g tla mg/100 g soil (AL- metoda) (AL-method)	
	2,0-0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	H ₂ O	1M KCl			P ₂ O ₅	K ₂ O
0-15	9,24	31,96	28,60	6,99	6,36	8,28	0,17	1,9	10,8
18-22	10,10	29,00	29,25	7,21	6,48	4,91	0,10	0,3	8,7
25-30	6,12	27,97	28,40	7,36	6,54	3,62	0,07	1,2	8,7
45-50	6,10	23,15	26,00	7,45	5,91	-	-	-	-

Treba istaći da je tlo sitnice u gornjem dijelu lokaliteta duboko cca 20 cm, a u donjem i do 150 cm. Ispod tih dubina je skelet.

Floristički sastav ovog facijesa bogat je travnjačkim biljnim vrstama.

Od trava najzastupljenije su uspravna stoklasa (*Bromus erectus*), zlatožuta zobika (*Trisetum flavescens*), vlasulja nacrvena (*Festuca rubra*) i klupčasta oštrica (*Dactylis glomerata*).

Od lepirnjača najviše su zastupljene brdska djetelina (*Trifolium montanum*), crvena djetelina (*Trifolium pratense*), smiljkita (*Lotus corniculatus*) i pravi ranjenik (*Anthyllis vulneraria*). Na većoj nadmorskoj visini izvan lokaliteta pokusa s plićim tlom sitnice, mjestimice je zastupljena esparzeta (*Onobrychis viciaefolia*).

Od zeljanica najviše su zastupljene livadna kozja brada (*Tragopogon pratensis*), srednji trputac (*Plantago media*), mala krvava (*Sanguisorba minor*), mrkva (*Daucus carota*), obična prženica (*Knautia arvensis*), livadna kadulja (*Salvia pratensis*), stolisnik (*Achillea millefolium*) i trputac (*Plantago lanceolata*).

Floristički sastav ovog facijesa također pokazuje, a analiza potvrđuje neutralnu reakciju tla.

Utjecaj rastućih količina mineralnih gnojiva NPK 8:26:26 na povećanje priroda i floristički sastav sijena

Košnja prvog otkosa obavljena je na pokusu Guščerovec 2. VI. 1989. godine, a na pokusu Gor. Obrež 6. VI. 1989. godine, dok je drugi otkos oba pokusa košen 10. VIII. 1989. godine.

Učinak rastuće količine NPK 8:26:26 gnojiva na prirode sijena i floristički sastav prikazuju za oba pokusa tablica 4 i graf. 1.

Iz podataka na tablici 4 i grafikonu 1 vidi se da su krivulje povećanja priroda sijena s rastućim količinama mineralnih gnojiva slične Mitscherlichovoj krivulji, ali različitog opadanja u povećanju priroda sijena na pojedinom facijesu.

Naime, na facijesu esparzete u zajednici rane pahovke, povećanje priroda sijena rastućom količinom gnojiva čine izrazitiju uzlaznu regresiju do primijenjene količine gnojiva do 700 kg/ha, dok na facijesu brdske djeteline u zajednici uspravne stoklase i širokolisnog trputca uzlazna regresija u povećanju priroda sijena pojavljuje se primjenom mineralnih gnojiva do 500 kg/ha.

Očito je da rentabilnost gnojidbe brdskih livada podnosi manje količine mineralnih gnojiva do dolinskih livada, što je i razumljivo jer su svojstva tla, kao i floristički sastav brdskih livada nepovoljniji za iskorištavanje većih količina mineralnih gnojiva u odnosu na dolinske livade. To konačno potvrđuju i razlike u prirodu sijena između negnojenih dolinskih i brdskih livada.

U ovim pokusima nije utvrđena depresija priroda sijena u drugom otkosu u odnosu na prirod negnojene kombinacije. Takve depresije priroda sijena pojavljivale su se na pojedinim pokusima s NPK gnojidbom obično na livadama s većom zastupljenosti lepirnjača i u uvjetima izrazitije vlažnosti za vrijeme prvog i suše za vrijeme drugog otkosa (Ivanek, 1972, 1974, 1978.).

Vjerojatno manja količina dušika uz veću primjenu fosfora i kalija u ovim pokusima u čijim tlima osobito nedostaje fosfora glavni su razlozi ovakve regresije između količine NPK 8:26:26 i visine priroda sijena.

Na tablici 4 vide se i promjene florističkog sastava u odnosu na travnjačke skupine. Povećanje trava (Poaceae) je proporcionalno povećanoj količini dušika (N) u mineralnom gnojivu, koja je maksimalno iznosila 64 kg/ha. Zeljanice su se smanjivale s rastućom količinom gnojiva. Postotak lepirnjača umanjen je na facijesu esparzete iznad dodane količine od 600 kg/ha, dok se na facijesu brdske djeteline postotak lepirnjača povećavao gnojidbom od 200-600 kg/ha NPK 8:26:26. Na parcelama gdje se rastućom gnojidbom pojavio najveći % trava bio je i najveći % tratinom nepokrivene površine u drugom otkosu.

Utjecaj rastućih količina mineralnih gnojiva NPK 8:26:26 na promjenu kemijskih svojstava tla

Nekoliko dana nakon košnje prvog otkosa uzeti su prosječni uzorci tla za pedološke analize dubine 0-15 cm iz svake parcele gnojidbene kombinacije, čije prosječne rezultate za svaku gnojidbenu kombinaciju u odnosu na prirode sijena za oba pokusa prikazuje tablica 5.

Na tablici 5 vidi se da je primjena rastuće količine gnojiva NPK 8:26:26 neznatno djelovala na zakiseljavanje tla. Postotak humusa nije promijenjen u skladu s gnojidbom. Povećana gnojidba u kojoj je bilo do 64 kg N/ha nije povećala dušik (N) u tlu nakon prvog otkosa.

Najveće promjene pod utjecajem rastuće gnojidbe nastale su u opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O).

Tako se u oba pokusa primjenom jednakih količina P_2O_5 i K_2O u kg/ha, fiziološki aktivni fosfor povećao od 6,1 do 7,0 mg/100 g tla, a fiziološki aktivni kalij (K_2O) od 1,2 do 2,2 mg/100 g tla.

Da bismo utvrdili jačinu utjecaja rastućih količina mineralnih gnojiva na promjenu kemijskih svojstava tla na dubini od 0-15 cm, na grafikonu 2 prikazuju se korelacije i regresije između dodanih količina fiziološki aktivnog fosfora (P_2O_5) odnosno kalija (K_2O) koji su u gnojidbi iznosili od 0-208 kg/ha i prosječnog povećanja opskrbljenosti tla tim biljnim hranivima na dubini od 0-15 cm.

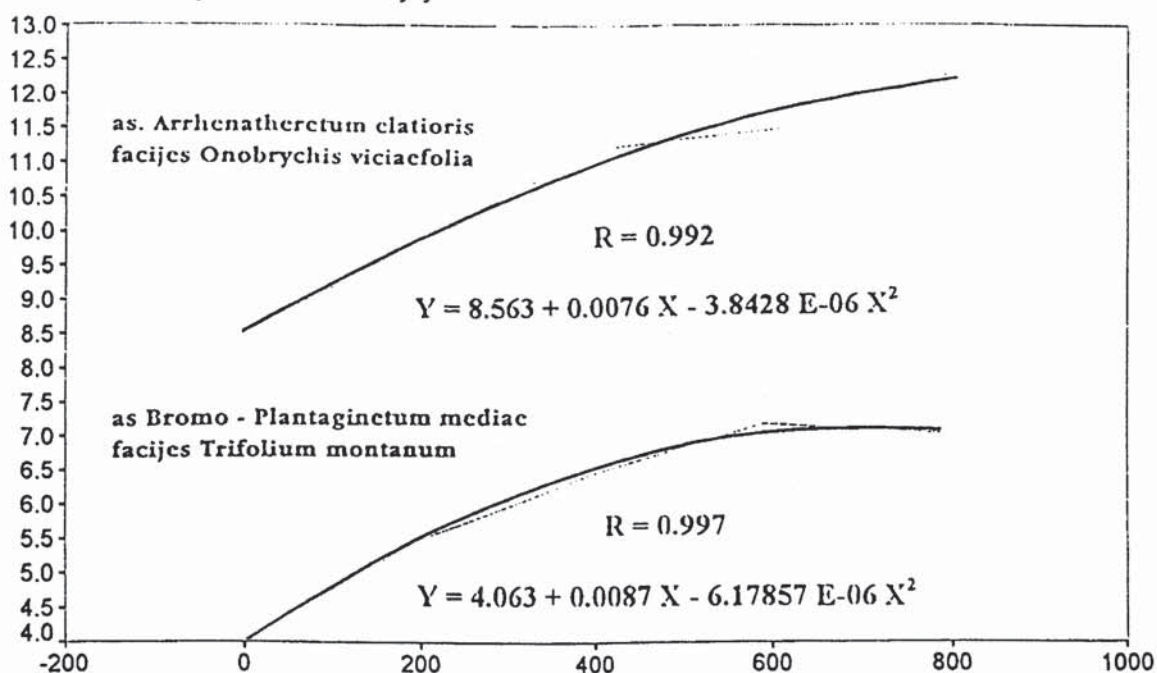
Tablica 4 Utjecaj rastućih količina NPK gnojiva 8:26:26 na visinu priroda sijena i floristički sastav
 Table 4 Influence of increasing amounts of NPK fertilizer 8:26:26 on hay yield and floristic composition

Gnojidba u kg/ha Fertilizing in kg/ha	Prirodi sijena u t/ha Hay yield in t/ha		Ukupno Total	Floristički sastav sijena Floristic hay composition			
	Otkos - Cuts			Trave Grasses	Travolike Grasslike plants	Lepirnjače Legumes	Zeljanice Forbs
	I	II					
As. Arrhenatheretum elatioris fac. Onobrychis viciaefolia Gupčerovec							
φ	5,060	3,472	8,532	51,0	+	13,3	35,7
200	6,178	3,740	9,918	58,2	+	11,0	30,8
400	6,979	4,227	11,206	63,0	+	12,2	24,8
600	7,426	4,032	11,458	68,8	+	6,0	25,2
800	8,086	4,200	12,286	73,2	+	5,4	21,4
LSD 5%			0,899				
LSD 1%			1,239				
As. Bromo-Plantagnetum mediae fac. Trifolium montanum Gor. Obrež							
φ	2,367	1,722	4,089	51,2	+	13,8	35,0
200	3,366	2,172	5,538	49,4	+	22,6	28,0
400	4,034	2,454	6,488	52,4	+	21,0	26,6
600	4,813	2,388	7,201	56,0	+	19,6	24,4
800	4,871	2,170	7,041	65,6	+	12,8	21,6
LSD 5%			0,690				
LSD 1%			0,951				

Grafikon 1 Korelacije i regresije između dodanih količina mineralnih gnojiva NPK 8:26:26 i visine prirodna sijena na livadnoj zajednici rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris*) facijesa esparzete (*Onobrychis viciaefolia*) i livadnoj zajednici uspravne stoklase i širokolisnog trputca (*Bromo-Plantaginetum mediae*) facijesa brdske djeteline (*Trifolium montanum*)

Graph 1 Correlations and regressions between additional amounts of NPK 8:26:26 fertilizers and hay yield in meadow association of button grass (*Arrhenatheretum elatioris*) of espercette facies (*Onobrychis viciaefolia*) and meadow association of upright brome and hoary plantain (*Bromo-Plantaginetum mediae*) of mountain clover facies (*Trifolium montanum*)

Prirodi sijena u t/ha - Hay yield in t/ha



NPK 8:26:26 u kg/ha - NPK 8:26:26 in kg/ha

Na grafikonu 2 vide se i vrlo visoke do potpune korelacije i regresije između rastuće količine mineralnih gnojiva odnosno biljnih hraniva dodanih gnojidbom i povećane opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O).

Uspoređujući tablice 4 i 5 te grafikone 1 i 2 vidi se da su gnojidbe rastućim količinama mineralnih gnojiva NPK 8:26:26 u količini od 0 do 800 kg/ha utjecale ne samo na povećanje priroda sijena, već se povećala i opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem (K_2O), a osobito fosforom (P_2O_5).

Rastuće količine mineralnih gnojiva neznatno su utjecale na promjene u reakciji (pH) tla na dubini od 0-15 cm.

Između rastućih količina mineralnih gnojiva od 0 do 800 kg/ha i reakcije tla utvrđene su sljedeće korelacije i regresije:

Facijes esparzete (Guščerovec):

0-800 kg/ha NPK 8:26:26/pH u H_2O

$$R = 0,15 \quad y = 7,691 + 0,008257x - 0,00236x^2$$

0-800 kg/ha NPK 8:26:26 u 1M KC1

$$R = 0,20 \quad y = 6,984 + 0,00125x - 0,002857x^2$$

Facijes brdske djeteline (Gor. Obrež)

0-800 kg/ha NPK 8:26:26/pH u H_2O

$$R = 0,36 \quad y = 6,948 + 0,0994x - 0,015x^2$$

0-800 kg/ha NPK 8:26:26/pH u 1M KC1

$$R = 0,13 \quad y = 6,128 + 0,03123x - 0,00243x^2$$

Ove korelacije nisu signifikantne.

Promjene u postotku humusa i postotku dušika (N) nisu povezane s rastućom količinom gnojiva.

Korelacije i regresije između opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O) u tlu poslije prvog otkosa (6. VI. 1989) i visine ukupnog priroda sijena u oba pokusa

Usporedbom povećanih količina opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O) koju prikazuje tablica 5 s visinom priroda sijena u t/ha primjenom rastuće količine mineralnih gnojiva koju prikazuje tablica 4 utvrđene su korelacije i regresije koje prikazuje grafikon 3.

Na grafikonu 3 u odnosu na grafikon 1 vidi se da je visina priroda sijena u prilično podjednako korelaciji i regresiji ne samo s rastućom količinom mineralnih gnojiva NPK 8:26:26 već i s povećanjem opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O), što je ostao neiskorišten u tlu nakon prvog otkosa. To je i razumljivo jer se ta biljna hraniva dodana gnojidbom iskorištavaju posredstvom tla.

Na grafikonu 3 vide se i razlike u regresijama između ova dva facijesa.

Tablica 5 Utjecaj rastućih količina NPK gnojiva 8:26:26 na promjenu kemijskih svojstava tla na dubini 0-15 cm

Table 5 Influence of increasing amounts of NPK fertilizer 8:26:26 on change in chemical soil properties at the depth of 0-15 cm

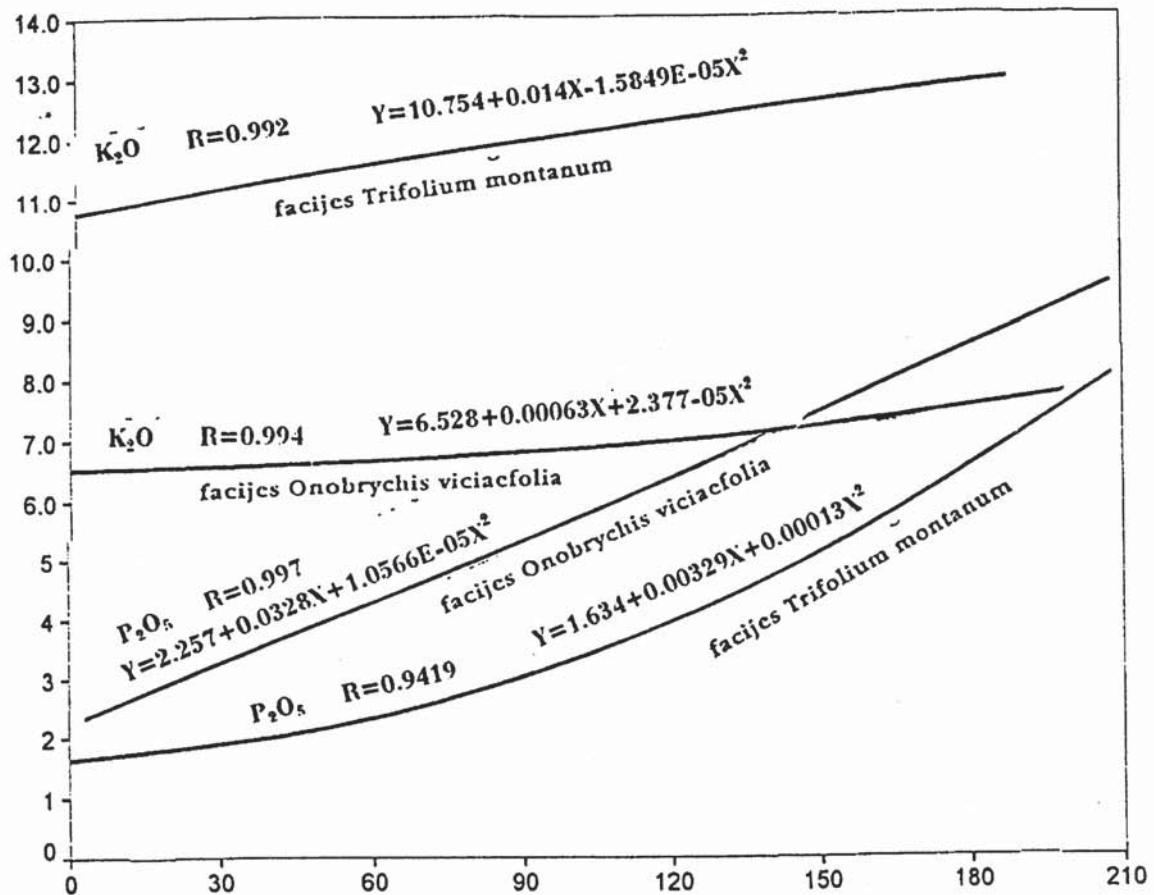
Gnojidba NPK 8:26:26 u kg/ha Fertilizing NPK 8:26:26 in kg/ha	pH u pH in		Humus u %	Ukupno Total N u %	mg/100 g tla (AL- metoda) (AL-method)		Prirod sijena u t/ha Hay yield in t/ha
	H ₂ O	1M KCl			P ₂ O ₅	K ₂ O	
<i>As. Arrhenatheretum elatioris facies Onobrychis viciaefolia Guščerovec</i>							
φ	7,67	6,97	5,80	0,33	2,4	6,5	8,532
200	7,75	6,96	5,30	0,31	3,7	6,7	9,918
400	7,64	6,92	5,45	0,32	5,8	6,8	11,206
600	7,46	6,92	5,91	0,32	7,9	7,2	11,458
800	7,61	6,60	5,50	0,32	9,4	7,7	12,286
LSD 5%							0,899
LSD 1%							1,239
<i>As. Bromo-Plantagnetum mediae facies Trifolium montanum Gor. Obrež</i>							
φ	7,56	6,12	7,23	0,34	2,0	10,8	4,089
200	7,06	6,21	7,74	0,35	4,1	11,3	5,538
400	7,06	6,09	7,96	0,35	4,7	12,2	6,488
600	7,08	6,34	7,75	0,34	4,8	12,5	7,201
800	7,35	6,19	8,07	0,34	8,1	13,0	7,041
LSD 5%							0,690
LSD 1%							0,951

Grafikon 2 Korelacije i regresije između P_2O_5 odnosno K_2O u kg/ha dodanih gnojivom NPK 8:26:26 i povećane opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) odnosno kalijem (K_2O) u mg/100 g tla na dubini 0-15 poslije prvog otkosa.

.Graph 2 Correlations and regressions between P_2O_5 and K_2O respectively in kg/ha added by NPK 8:26:26 fertilization and increased presence in the soil of available phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) respectively in mg/100 g of soil at the depth of 0-15 cm after first cutting.

P_2O_5 , odnosno K_2O u mg/100 g tla

P_2O_5 , and K_2O respectively in mg/100 g in the soil

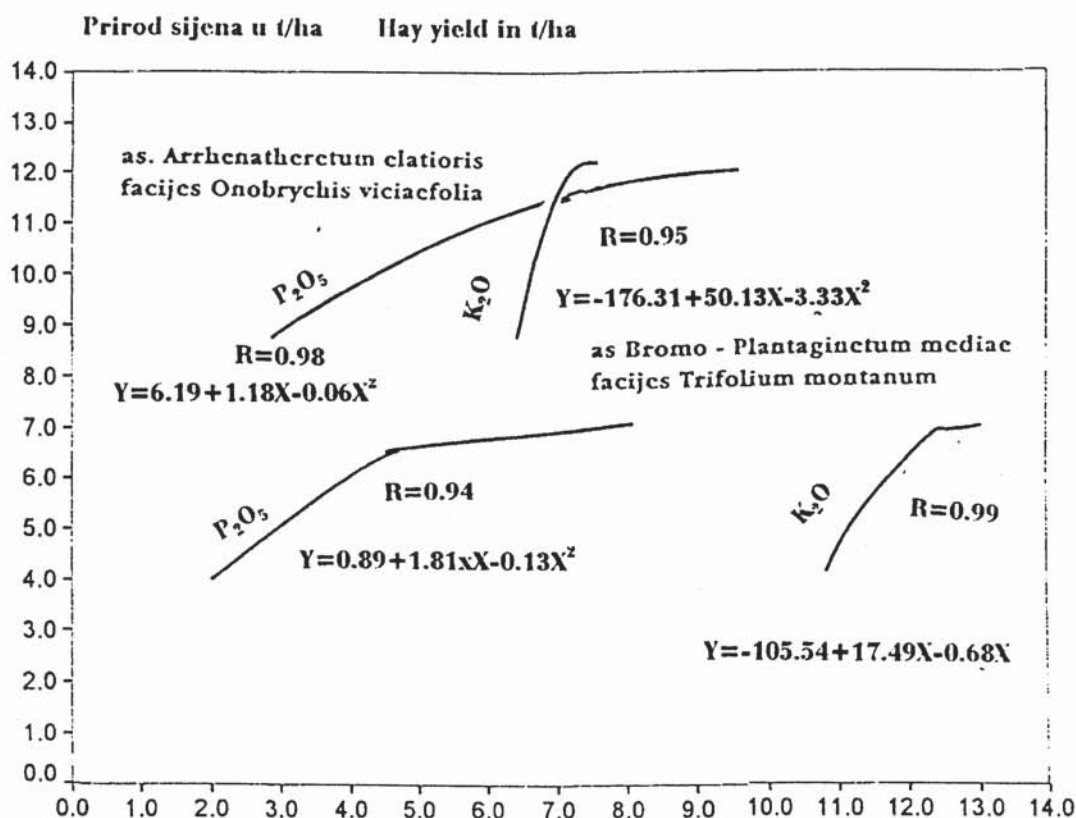


P_2O_5 , odnosno K_2O u kg/ha

P_2O_5 , and K_2O respectively in kg/ha

Grafikon 3 Korelacije i regresije između količina fiziološki aktivnog fosfora (P_2O_5) odnosno kalija (K_2O) u mg/100 g tla na dubini 0-15 cm i visine prirodna sijena u t/ha na gnojidbenim pokusima s rastućim količinama mineralnih gnojiva NPK 8:26:26

Graph 3 Correlations and regressions between available phosphorus (P_2O_5) or potassium (K_2O) in mg/100 g at soil depth of 0-15 cm and hay yield in t/ha in fertilization trials with increasing amounts of artificial fertilizers NPK 8:26:26



P_2O_5 , odnosno K_2O u mg/100 g tla

P_2O_5 , and K_2O respectively in mg/100 g in the soil

Iz takve usporedbe može se zaključiti da je prirod sijena i promjene u florističkom sastavu u sljedećoj dvostrukoj korelaciji i regresiji s količinom gnojiva kao i s novom opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O) što su ostali u tlu nakon prvog otkosa. Sigurno je da su u takvoj ravnoteži i promjene u kemijskim svojstvima travnjačkih biljaka, što je utvrđeno u drugim pokusima (Ivanek i sur., 1994.).

Ove korelacije i krivolinijske regresije na grafikonu 3 mogle bi poslužiti za utvrđivanje one teoretske opskrbljenosti tla s fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O) koja bi omogućila najveće povećanje priroda sijena na istraživanim facijesima.

Na osnovi tih regresijskih podataka na facijesu esparzete (*Onobrychis viciaefolia*) PK gnojidbom trebao bi se povećati fiziološki aktivni fosfor (P_2O_5) na cca 10,0 mg/100 g tla, a kalij (K_2O) na cca 7,5 mg/100 g tla na dubini od 0-15 cm.

Na facijesu brdske djeteline (*Trifolium montanum*) razina opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) morala bi biti 7-8 mg/100 g tla, a kalija (K_2O) 12-13 mg/100 g tla. I ovi podaci ukazuju na razlike u reagiranju na gnojidbu između facijesa.

DISKUSIJA

Prirodne livade križevačkog, kao i drugih područja sjeverozapadne Hrvatske, iako zauzimaju velike poljoprivredne površine, nalaze se manje više na marginalnim područjima poljoprivrede.

Poljoprivrednik ih je stoljećima jasno odvajao od oranica i drugih poljoprivrednih površina. Njihova je osnovna karakteristika velika raznovrsnost u svojstvima staništa u pogledu vlažnosti, nagnutosti, nadmorske visine, dubine tla, teksture i reakcije (pH) tla, te florističkom sastavu, itd.

Zbog slabe ili nikakve gnojidbe tlo im je vrlo slabo opskrbljeno biljnim hranivima osobito fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5), a ponegdje i kalijem (K_2O).

U traženju rješenja za povećanje priroda sijena i njegove kvalitete postoje zbog toga velike razlike između prirodnih livada i oraničnih kultura.

Na oranicama se u pravilu vodi računa o jednoj biljnoj vrsti i sustavom obrade, gnojidbe, sjetve i njege stvaraju se uvjeti za njen razvoj, te se tako razlike u svojstvima tla sve više smanjuju.

Na malom području livade nalazimo združeno u zajednice više od 20 biljnih vrsta koje svojim odnosom u florističkom sastavu odražavaju prilike staništa. One su se združile borbom za opstanak i prilagođavanje i čine čvrsto zajedništvo sa staništem. Na osnovi razlika u staništu i florističkom sastavu, livade smo podijelili uglavnom prema vlažnosti staništa i vertikalnoj zonaciji na zajednice močvarnih, dolinskih i brdskih livada.

U svakoj zajednici postoje još velike razlike u svojstvima staništa i florističkom sastavu koje utječu na pojavu nižih jedinica, sorata, facijesa i indikatornih biljaka.

Razlike u svojstvima staništa ne odražavaju se samo u postotku zastupljenosti pojedinih travnjačkih biljnih vrsta već i skupina koje čine trave (*Poaceae*), tra-

volike, lepirnjače i zeljanice. Ova podjela u skupine ima ekološko i poljoprivredno značenje. Njihovi odnosi mogu ukazati na svojstva tla, kvalitetu tratine, klimatske prilike i antropogene utjecaje, osobito gnojidbe.

Svojim značenjem za tlo i kakvoću sijena, posebice je važan postotak lepirnjača. To značenje ne umanjuju ni povremene periodične i različite zastupljenosti u pojedinim godinama i otkosima ovisno o klimatskim prilikama.

Na križevačkom području također je utvrđen promjenjivi postotak lepirnjača u pojedinim godinama, ali je on najveći na ilovastim do slabo glinastim tlima slabo kisele do neutralne reakcije (pH) tla (Ivanek, 1989, 1990). To su livadna tla s povoljnim uvjetima za razvoj nitrogenih bakterija.

Zbog tih različitosti, osnovu za učinak gnojidbe ne daju samo svojstva staništa livadnih zajednica, već i njihovi facijesi. Svaka livada je prema tome određeni mikroekosustav koji specifično reagira na gnojidbu.

Rezultati istraživanja učinka rastućih količina gnojiva u ovim pokusima samo potvrđuju takve različite učinke dosadašnjih istraživanja.

Svaka livada koja se razlikuje ne samo po svojstvu tla, već i florističkom sastavu imala bi svoje specifične krivulje povećanja priroda, promjene florističkog sastava i opskrbljenosti tla biljnim hranivima.

U svim tim istraživanjima antropogenih utjecaja na kompleks različitih čimbenika povezanih u ekosustav prirodnih livada treba tražiti one koji mogu biti značajni, odnosno reprezentativni pokazatelji učinka i rentabilnosti gnojidbe. Odgovore na to mogu dati samo rezultati brojnih gnojidbenih pokusa uz usporedna istraživanja svojstva tla i florističkog sastava tratine negnojene i gnojene livade.

Mora se napomenuti da je na ovom području u praksi gnojidba prirodnih livada ograničena. Ona se obavlja povremeno i samo na nekim livadama. U većini se slučajeva ne obavlja zbog promjenjive rentabilnosti što ovisi o različitom učinku gnojidbe.

S ovim pokusima htjelo se ukazati i na moguće granice rentabilnosti primjene rastuće količine gnojiva koje sadrže veći postotak fosfora (P_2O_5) i kalija (K_2O). Naime, u dosadašnjim istraživanjima Ivaneka (1972, 1978, 1994) utvrđena je niska opskrbljenost livadnih tala fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5).

Nisku količinu fosfora u sijenu utvrdili su Kalivoda i sur. (1970.). te Ivanek i sur. (1994.) Zbog toga je važno povećanje opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) osobito ako to povećanje usporedno povećava i postotak lepirnjača u sijenu.

Rezultati ovih pokusa s rastućim količinama mineralnih gnojiva upućuju na kompleksan utjecaj gnojidbe na ekosustav livada. Prema tome, kada se analizira rentabilnost gnojidbe treba uzeti u obzir promjene u svojstvima tla, te u visini

priroda, florističkom sastavu i kemijskim svojstvima sijena, a u daljnjem slijedu treba očekivati i promjene u produktivnosti stoke.

Na ovim pokusima primijenjena je količina dušika od 0 do 64 kg/ha, a fosfora i kalija od 0 do 208 kg/ha.

Nakon košnje prvog otkosa u tlu se povećala količina fiziološki aktivnog fosfora (P_2O_5) i kalija (K_2O) dok je razina N ostala ista. Dušik u gnojidbi ima najveći učinak u prvom otkosu, a česta je depresija učinka dušika u drugom otkosu. To potvrđuju rezultati nekih gnojidbenih pokusa ranije izvedenih na ovom području (Ivanek, 1972, 1974, 1978.). Ranijim, a i ovim pokusima utvrđeno je da povećana gnojidba dušikom znatno povećava postotak trava, a smanjuje postotak lepirnjača i zeljanica u tratini i sijenu. Budući da takva tratina postaje osjetljivija na ljetne suše, u sušnim godinama prirodi drugog otkosa obično su niži nego na negnojnim livadama.

Ova pojava depresije priroda najčešće je u vezi s djelovanjem dušika na skraćivanje, odnosno smanjivanje korjenovog sustava, što je još 1932. godine utvrdio Gračanin.

U ovim pokusima depresija priroda drugoga otkosa nije se pojavila zbog povoljnih klimatskih prilika, a vjerojatno i zbog povećane gnojidbe fosforom i kalijem.

Početne, dakle niže količine NPK 8:26:26 neznatno su povećale postotak lepirnjača, što također može umanjiti depresiju priroda drugog otkosa.

Ova su istraživanja pokazala da se antropogeni utjecaj gnojidbe rastućim količinama gnojiva facijesa i zajednica ekosustava prirodnih livada može prikazivati korelacijama i regresijskim krivuljama koje imaju sličnosti s Mitscherlichovim krivuljama o utjecaju biljnih hraniva na visinu priroda i zakonitosti opadanja u povećanju priroda.

To je ujedno prikaz različitih dinamičnih ekoloških ravnoteža između antropogenog utjecaja rastuće gnojidbe, svojstava tla, te travnjačkog biljnog pokrova dvaju facijesa. Treba istaći da se te dinamične ekološke ravnoteže mijenjaju u različitim klimatskim prilikama.

Ovi rezultati ukazuju na raznovrsnost i složenost ekoloških odnosa u ekosustavu prirodnih livada koji je sastavljen od brojnih mikrosustava unutar kojih postoje različite višestruke dinamične ekološke ravnoteže.

Upoznavanje tih ekoloških ravnoteža između utjecaja gnojidbe, svojstva tla, reakcije, biljnog pokrova i klimatskih utjecaja preduvjet su pravilnom programiranju učinka gnojidbe i drugih agrotehničkih mjera u ekosustavu prirodnih livada.

ZAKLJUČCI

Rezultati gnojidbenih pokusa s rastućim količinama mineralnih gnojiva NPK 8:26:26 na livadnoj zajednici rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris*) facijesa esparzete (*Onobrychis viciaefolia*) i na livadnoj zajednici uspravne stoklase i širokolisnog trputca (*Bromo-Plantaginetum mediae*) facijesa brdske djeteline (*Trifolium montanum*) utvrdili su različite regresije povećanja priroda sijena.

Na facijesu esparzete uzlazna linija povećanja priroda kretala se izrazitije do primjene 700 kg/ha mineralnih gnojiva, a na facijesu brdske djeteline do primjene 500 kg/ha.

Veće količine mineralnih gnojiva povećavale su postotak trava, a smanjivale postotak zeljanica. Lepirnjače su se smanjivale na facijesu esparzete gnojidbom iznad 400 kg/ha, a na facijesu brdske djeteline iznad 600 kg/ha NPK 8:26:26.

Rastuće količine mineralnih gnojiva povećavale su opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem (K_2O), te osobito fosforom (P_2O_5) na dubini 0-15 cm.

Između povećane opskrbljenosti tla s fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) i kalijem (K_2O) utvrđene su također različite korelacije i regresije.

Povećanje ukupnog dušika nakon prvog otkosa nije utvrđeno. Kod utvrđivanja učinka i rentabilnosti gnojidbe trebalo bi uzeti u obzir ne samo povećanje priroda sijena, već promjene u florističkom i kemijskom sastavu sijena i svojstvima tla.

SUMMARY

Fertilization experiments with increasing the amounts NPK 8:26:26 artificial fertilizers from 200 to 800 kg/ha were made by the method of Latin squares in 5 repetitions.

Based on correlations and regressions we established a decrease in hay yield on the esparcette facies (*Onobrychis viciaefolia*) by applying above 700 kg/ha and on the mountain clover facies (*Trifolium montanum*) above 500 kg/ha of artificial fertilizers.

The increased amounts of fertilizers increased the percentage of grasses (*Poaceae*) and decreased the percentage of herbaceous plants. The percentage of legumes decreased on the esparcette facies (*Onobrychis viciaefolia*) with the amounts above 600 kg/ha of NPK 8:26:26 artificial fertilizer, while on the mountain clover facies we established an increase in legumes with the amounts of 200 to 600 kg/ha.

Increasing the amounts of the above mentioned NPK fertilizer soil supply with available potassium (K_2O) and especially with phosphorus (P_2O_5) also increased

at the soil depth of 0-15 cm. We also established correlation and regression between increased soil supply with available phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) as well as hay yield. After the first cutting an increase in nitrogen (N) was not established. Plant cover as well as the soil of each facies reacted specifically to fertilization.

Adresa autora - Author's address:

Primljeno: 15. 10. 94.

Prof. dr. Vilim Ivanek i suradnici

Poljoprivredni institut Križevci

M. Demerca 1, 43260 Križevci