

Dr Vladimir Mihalić,
Dr Anđelko Butorac,
Dr Josip Kovačević,
Poljoprivredni fakultet Zagreb
Inž. Vilim Ivanek
Poljoprivredni školski i istraživački centar Križevci

**UTJECAJ RAZLIČITIH OBLIKA FOSFORNIH GNOJIVA NA PRINOS
I BOTANIČKI SASTAV PRIRODNIH NIZINSKIH LIVADA ZAJEDNICE
KRESTACA (BROMO-CYNOSURETUM CRISTATI) I RANE PAHOVKE
(ARRHENATHERETUM ELATIORIS)**

UVOD

Prirodne livade zauzimaju u Hrvatskoj oko 17% svih poljoprivrednih površina, ali u drugom poljoprivrednom području (srednja Hrvatska) 23,2% ili 243.900 hektara. Pretežno su to nizinske livade na vlažnijim staništima. Tla su u pravilu hidromorfna (semiterestrična), a klima vlažnija varijanta umjereno kontinentalne klime.

Vlažnost staništa je potencirana lošim položajem u makro reljefu (sakupljanje vode i povremene poplave od lokalnih vodotoka) i teškim tlima čega je posljedica vrlo malo prirodna ocjeditost odnosno slaba hidraulična provodljivost.

Takvi ekološki uvjeti pogoduju travnjacima, ali zbog siromaštva tla u hranivima (naročito u fosforu i dušiku) prinosi su u prosjeku niski.

Reguliranjem vodotoka sprečavaju se lokalne poplave, no time nizinski travnjaci ostaju i bez prirodne gnojidbe. Glavna poluga brzog i efikasnog podizanja produktivnosti travnjaka je gnojidba. Organskih gnojiva, a misli se na stajski gnoj, nema dovoljno i prvenstveno treba namiriti oranične kulture. Zato mineralnim gnojivima pripada glavna uloga u fertilizaciji livada, pa se tek povećavanjem proizvodnje travnjaka stvaraju realni uvjeti za jačanje stočarstva i dosljedno time veću proizvodnju stajskog gnoja. Povećanje proizvodnosti travnjaka (livada) putem mineralne gnojidbe je najjednostavnije, najbrže i najjeftinije.

Naročito povoljni uvjeti za primjenu mineralnih gnojiva se nalaze u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, pa je to utjecalo na našu odluku da u toj regiji ispitamo u dušično-fosforno-kalijevim kombinacijama nekoliko fosfornih mineralnih gnojiva, njihovo djelovanje na prinos sijena i botanički sastav tratine.

Za ispitivanja su odabrane dvije tipične zajednice prirodnih nizinskih livada: zajednica krestaca (*Bromo-Cynosuretum cristati*) i zajednica rane pahovke (*Arrhenatheretum elatioris*). Prva zajednica je po bonitetnoj vrijednosti lošija, a druga bolja.

Od fosforinih mineralnih gnojiva ispitivali smo fertilizacionu vrijednost običnog superfosfata, mekanog sirovog fosfata, Thomasovog fosfata i nekoliko tipova domaćeg bazičnog fosfata pelofosa.

NAJVAŽNIJA LITERATURA O PROBLEMU

O gnojidbi livada općenito postoji vrlo obimna literatura, ali domaćih ispitivanja ima relativno malo, pogotovo za sjeverozapadnu regiju Hrvatske.

Nas zanimaju prvenstveno oni literaturni podaci, koji se odnose na mineralnu gnojidbu nizinskih livada, te na utjecaj fosforinih mineralnih gnojiva na prinos sijena i promjene botaničkog sastava tratine.

O gnojidbi prirodnih livada fosforinih gnojivima nalazimo podatke iz Engleske polovicom prošlog stoljeća (cit. po BRENSCHLEY-u i WEBER-u, 1926). Najopsežnija ispitivanja o gnojidbi livada mineralnim gnojivima, pa i fosforinih, proveo je WAGNER (1921). U nas u Hrvatskoj vršeni su pokusi s gnojidbom mineralnim gnojivima još prije prvog svjetskog rata (MANDEKIĆ, 1913), a u Sloveniji još i koncem prošlog stoljeća (KRAMER, 1899).

Novija opsežna i sustavna istraživanja o utjecaju fosforne gnojidbe na prinos i kvalitetu cijena prirodnih livada proveo je u Njemačkoj GERICKE (1952, 1954. i 1957).

Vrijednost pojedinih vrsta fosforinih gnojiva ispitivali su razni strani i domaći istraživači. Navodimo ispitivanja MUNKA i BÄRMANNA (1961) i BERLIĆEVE (1956) o vrijednosti mekih sirovih fosfata u gnojidbi livada.

Vrijednost Thomasovog fosfata u gnojidbi travnjaka, a posebno prirodnih livada izučavali su STROBL (1961), LESKOŠEK (1963. i 1969), te LESKOŠEK i MIHALIĆ (1966).

Utjecaj različitih količina fosforne kiseline odnosno gnojiva na prinos sijena prirodnih nizinskih livada bio je intenzivno proučavan (GERICKE, ibidem, MILOŠEVIĆ, 1959, DJURAŠIN, 1960. 1965, LESKOŠEK, ibidem, LESKOŠEK i MIHALIĆ, ibidem, ĐORĐEVIĆ, 1967, KARACIĆ, 1970, STOCKER i GERICKE, 1970, WITT, 1971. i dr.). Za nas su naročito zanimljiva ispitivanja koja je proveo KVAKAN (1944), jer se odnose na iste zajednice nizinskih prirodnih livada u sjeverozapadnoj Hrvatskoj na kakvima smo i mi vršili naša istraživanja.

Promjene botaničkog sastava livada kao posljedica mineralne gnojidbe i posebno fosfora bile su također proučavane u drugim zemljama i u nas (GERICKE, ibidem, KVAKAN, ibidem, KOVAČEVIĆ i LESKOŠEK, 1960, LESKOŠEK, ibidem, KUENZLEN, 1961, LESKOŠEK i MIHALIĆ, ibidem, ŠOŠTARIĆ-PISACIĆ, 1964, ĐORĐEVIĆ, 1967. i drugi).

PODACI O POKUSNIM MJESTIMA

Ispitivanja u toku četiri godine (1966—1969) vršena su na dva pokusna mjesta: u Križevcima i u Bedeniku (kod Bjelovara).

Oba lokaliteta spadaju u područje sjeverozapadne Hrvatske, dakle, u drugi poljoprivredni rajon Jugoslavije. Klima je zajednička, vlažnija varijanta umjereno kontinentalne. Prosječna godišnja temperatura za Križevce iz-

nosi 9,8°C, a količina oborina 814,4 mm. Područje Bedenik (prema podacima za Bjelovar) ima prosječnu godišnju temperaturu 10,2, a količina oborina iznosi 802,8 mm.

Pokus u Križevcima (lokalitet Čret) osnovan je na oglejenom minero-geno-močvarnom tlu teškog teksturnog sastava. Retencioni kapacitet za vodu je velik, a kapacitet za zrak vrlo nizak.

U pogledu kemijskih svojstava tlo na pokusu je jače kiselo, slabije zasićeno bazama, u površinskom sloju (do 5 cm) jako humozno, a ispod 20 cm sadržaj humusa jako pada. Taj humusni sloj je dobro opskrbljen organski vezanim dušikom. Fiziološki aktivnog fosfora ima vrlo malo, a kalij se nalazi na granici klase slabe opskrbljenosti.

Treba napomenuti da je pokusnu površinu u nedavnoj prošlosti često poplavljavao obližnji vodotok Glogovnica.

Na ovom staništu razvila se prirodna livada biljne zajednice krestaca (*Bromo-Cynosuretum cristati*).

Pokus u Bedeniku je osnovan također na jednom hidromorfnom oglejenom tlu uz povoljnije površinsko vlaženje nego u Križevcima kao posljedica pogodnijeg smještaja u reljefu.

Što se tiče kemijskih svojstava i ovdje je tlo jače kiselo, jače zasićeno bazama, vrlo bogato humusom u površinskom sloju (do 5 cm), dok ispod 20 cm humoznost naglo opada. Humusni sloj je dobro opskrbljen dušikom. Gornji sloj tla (do 5 cm) je bogat aktivnim fosforom, a ispod toga je siromašan. Aktivni kalij do 5 cm se nalazi na granici klase osrednje opskrbljenosti, a ispod toga tlo je slabo opskrbljeno kalijem (III klasa).

Na lokalitetu u Bedeniku razvila se je prirodna livada zajednice rane pahovke *Arrhenatheretum elatioris*.

FITOCENOLOŠKA OCJENA ISPITIVANIH STANIŠTA

Fitocenološka istraživanja izvršena su na dva diferentna staništa i to u Križevcima (Čret) u livadi asocijacije trave krestaca (*Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930, syn. *Cynosuretum cristati* H-ić 1930) i u Bedeniku kraj Bjelovara u livadi asocijacije pahovke (*Arrhenatheretum elatioris* Br. — Bl. 1925). Livadne asocijacije trave krestaca i pahovke pripadaju dolinskoj svezi pahovke (*Arrhenatherion elatioris* Br. — Bl. 1925), odnosno reda pahovke (*Arrhenathetalia* Pawl. 1928), tj. razreda bezkoljenke i pahovke (*Molinio-Arrhenatheretea* Br. — Bl. et Tx. 1943).

Razred *Molinio-Arrhenatheretea* obuhvaća evropske močvarne (barske) i dolinske (nizinske) travnjake (livade i pašnjake). Istraživane livadske asocijacije pripadaju dolinskom redu *Arrhenathetalia*, odnosno svezi *Arrhenatherion elatioris*.

Dolinske travnjake područja hrvatske Posavine je fitocenološki ispitao HORVATIĆ (1930), te ekološki nadopunio ILIJANIĆ (1962. i 1967). Prva poljoprivredna ispitivanja je za ovo područje izveo KVAKAN (1944), a u novije vrijeme KOVAČEVIĆ i ŠATOVIĆ (1968).

LIVADE TRAVE KRESTACA I PAHOVKE
(BROMO-CYNOSURETUM CRISTATI I ARRHENATHERETUM ELATIORIS)

Ovdje bismo se osvrnuli na ekološke prilike i botanički sastav ispitivanih livada.

Livada trave krestaca (Čret) je u pravilu vezana za dulje vremena plavljena staništa. U stvari ona je bivše stanište livade busike (Deschampsietum caespitosao H-ić 1930), ali je agromjerama prevedena u livadu krestaca (Bromo-Cynosuretum cristati H-ić 1930). Livada pahovke (Arrhenatheretum elatioris Br. — Bl. 1925) je vezana za staništa koja su povremeno, odnosno kraće vrijeme plavljena vodama tekućica ili oborina. Tlo pod livadom krestaca je teže nego pod livadom pahovke. Također je tlo pod livadom krestaca acidofilnije nego pod livadom pahovke.

Iznosimo pregled biljnih karakterističnih vrsta za obje livade prema fitocenološkoj pripadnosti. S rimskim »I« označuje se da je dotična vrsta nađena u livadi krestaca (Čret), a s »II« u livadi pahovke (Bedenik).

Karakteristične biljne vrste livada krestaca su: Cynosurus cristatus, Leontodon automnalis, Poa trivialis, Trifolium patens. Livada je zastupana sa subasocijacijom holcetosum lanati (deficitarno stanište na hranivima), odnosno sa facijesom stachosum lanati (teža tla). Karakteristične vrste livade pahovke su: Arrhenatheretum elatius, Pastinaca sativa, Trisetum flavescens. Naša livada pahovke pripada europskoj kontinentalnoj varijanti s Ononis hircina, a zastupana je sa subasocijacijom trisetosum flavescens i facijesom daucosum lanati (obje vegetacijske taksonomske jedinice su u otavi).

Karakteristične biljne vrste razreda, redova i sveza, te pratilica su kako slijedi:

Karakteristične biljne vrste razreda Molinio-Arrhenatheretea: Agrostis alba (I, II), Alectorolophus maior (I, II), Alopecurus pratensis (I, II), Bromus racemosus (I), Cardamine pratensis (I, II), Carex distans (I), C. hirta (I), Centaurea jacea (I, II), Cerastium caespitosum (I, II), Chrysanthemum leucanthemum (I, II), Cirsium canum (I), Dactylis glomerata (I, II), Deschampsia caespitosa (I), Euphrasia rostkoviana (II), Festuca pratensis (I, II), Filipendula ulmaria (I), Holcus lanatus (I, II), Lathyrus pratensis (I, II), Leontodon hispidus (II), Moenchia mantica (I, II), Lotus corniculatus (I, II), Plantago lanceolata (I, II), Poa pratensis (I, II), Poa trivialis (II), Potentilla reptans (I), Ranunculus acer (I, II), R. repens (I, II), Stachys officinalis (I), Stellaria graminea (II), Succisa pratensis (I), Taraxacum officinale (I), Trifolium pratense (I), Trifolium repens (I).

Karakteristične biljne vrste redova: a) Arrhenatheretalia: Achillea millefolium (I, II), Alectorolophus hirsutus (II), Colchicum autumnale (I), Lotus tenuifolius (II), Pimpinella maior (II), Rumex crispus (I, II), Vicia cracca (I), Juncus effusus; b) Molinietalia (močvarni florni elementi): Galium palustre (II), Lotus uliginosus (II), Lychnis flos cuculi (I, II), Lythrum salicaria (II).

Karakteristične biljne vrste sveza: a) Arrhenatherion: Briza media (I), Campanula patula (I), Cirsium oleraceum (I), Crepis biennis (I), Daucus carota (I, II), Festuca rubra (I, II), Galium mollugo (I, II), Holcus lanatus (I, II), Knautia arvensis (II), Onosis hircina (I, II), Rumex acetosa (I, II), Taraxacum officinale (II), Trifolium pratense (II), T. repens (II); b) Cynosurion: Alopecurus utriculatus (II), Bromus racemosus (I, II), Leontodon autumnalis (II), Phleum pratense (II) i c) Molinion (Močvarni florni elementi): Carex vulpina.

Karakteristične biljne vrste razreda Festuco-Brometea (florni elementi brdskih travnjačkih zajednica kao indikatori suših stanišnih prilika): Campanula glomerata (II), Galium verum (I, II), Hypochoeris glabra (II), Ranunculus bulbosus (II). Ovdje navodimo i tzv. pratilice, tj. biljne vrste koje nisu karakteristične za navedene vegetacijske zajednice, a pripadaju korovskim, rudealnim, vrištinskim i dr. flornim elementima. To su: Ajuga reptans (I, II), Anthoxanthum odoratum (I, II), Bellis perennis (I, II), Briza media (II), Cichorium intybus (I, II), Convolvulus arvensis (I, II), Equisetum arvense (II), Picris hieracioides (II), Rumex acetosella (I), R. obtusifolius (II).

METODIKA ISTRAŽIVANJA

Oba pokusa su postavljena po metodi latinskog kvadrata. Obrada rezultata pokusa izvršena je pomoću analize varijance. U pokusima je ispitivano 8 gnojidbenih varijanata s time da su oba pokusa od fosfornih gnojiva ispitivani superfosfat, pelofos 0, pelofos 1, pelofos 5 i pelofos 6*; u Križevcima još sirovi fosfat, a u Bedeniku Thomasov fosfat. U pokusima su pored toga primijenjene vapneno-amonijska salitra i 40 postotna kalijeva sol. Površina pokusne parcele iznosila je 25 m² (5 × 5 m) a razmak među pokusnim parcelama u oba pravca 1 m, kako bi se izbjegao međusobni utjecaj različite gnojidbe.

Varijante pokusa za oba lokaliteta bile su slijedeće:

Redni broj varijante	Varijanta pokusa
1.	Kontrola (negnojeno)
2.	NK
3.	NK + obični superfosfat (S)
4.	NK + pelofos 0 (P ₀)
5.	NK + pelofos 1 (P ₁)
6.	NK + pelofos 5 (P ₅)
7.	NK + pelofos 6 (P ₆)
8.	NK + sirovi fosfat (SF) odnosno Thomasov fosfat

* Svi tipovi pelofosa su proizvodi kemijske industrije »Radonja« iz Siska. P₀ sadrži 17,94 % P₂O₅, a P₁ = 17,27%. Tip P₀ je praškast, a P₁ granuliran vodom. P₅ sadrži 20,54% P₂O₅, a granuliran je otpadnim tvarima rafinerije nafte, P₆ sadrži 20,73% P₂O₅, a granuliran dodecylbenzolsulfonskom kiselinom. Svi tipovi pelofosa sadrže kalcija, magnezija i neke mikroelemente. Pelofos spada u bazične fosfate, a njegova fosforna kiselina je topiva u citratu.

Nivo gnojidbe je orijentiran za livade siromašne leguminozama na vlažnijim staništima. Uz pretpostavku intenzivnijeg iskorištavanja i viših prinosa primjenjene su slijedeće količine čistih hraniva po jednom hektaru: 100 kg N, 150 kg P₂O₅ i 170 kg K₂O. Što se tiče načina primjene 3/4 od ukupno planirane količine mineralnih gnojiva primjenjivano je u rano proljeće, prije kretanja vegetacije, a 1/4 nakon prvog otkosa s izuzetkom četvrte, posljednje godine istraživanja, kada je zbog objektivnih razloga gnojidba vršena samo nakon prvog otkosa. Količina gnojiva primijenjena u toj godini iznosila je 3/4 od ukupno planirane količine.

Njega travnjaka sastojala se u drljanju rano u proljeće, nakon gnojidbe.

Prilikom košnje vršeno je određivanje prinosa zelene mase, a prinos sijena određivan je pomoću uzetih i osušenih uzoraka preračunavanjem.

Tokom ispitivanja uzimani su uzorci tla za kemijske analize za slojeve 0—5 i 5—15 cm dubine na početku i na kraju vegetacije. Kemijske osobine tla određivane su uzuelnim metodama.

Određivanje botaničkog sastava tratine za sve tri varijante pokusa je vršeno po metodi Šoštarić-Pisačić i Kovačević, a procjena prinosa po metodi KLAPP (1954). Ekonomske kategorije (dobre i loše trave, lepirnjače i zeljanice) obračunate su u postocima (%), a kvaliteta krme po kompleksnoj metodi Šoštarić-Pisačić i Kovačević (1968).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Prinosi sijena

a) Pokusni punkt Križevci (Čret)

Livada zajednice krestaca (*Cynosuretum cristati*)

Prve godine istraživanja, tj. 1966, gnojibeno djelovanje bilo je općenito dobro, iako ne visoko. Najveću efikasnost je pokazala NK gnojidba (tabela 1). Pod njenim utjecajem u odnosu na negnojenu varijantu prinos je povećan čak za 44,28%. Gnojidba fosforom je u prosjeku slabo djelovala. Upada u oči gotovo ista efikasnost fosfora iz svih fosfornih gnojiva, ali je apsolutno najbolji bio pelofos 0, a iza njega pelofos 6. Povećanje prinosa kod varijante s pelofosom 0 u odnosu na negnojenu varijantu iznosio je 55,41%. Učinak fosfora u odnosu na NK gnojidbu za cijeli pokus nije bio signifikantan.

U 1967. godini prije prvog otkosa mogle su se vizuelno uočiti velike razlike između negnojene i gnojnih varijanata, ali male razlike unutar gnojnih varijanata. Apsolutno najveći prinos sijena dala je varijanta NK + pelofos 6, ali su razlike između gnojidbe pojedinim vrstama fosfornih gnojiva, kao što je ranije uočeno, bile manje. Svi tipovi pelofosa su u prosjeku bili bolji od superfosfata i sirovog fosfata. Čak što više, apsolutno najslabije djelovanje je pokazao superfosfat.

Tabela 1 — Prinos sijena u q/ha
Table 1 — Hay yield in mtc per hectare

Redni broj Item	Varijanta gnojidbe Treatment	1966.		1967.		1968.		1969.	
		Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield	Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield	Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield	Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield
1.	Kontrola (negnojeno) (check)	51,40	69,31	43,80	60,80	35,00	59,24	55,92	76,90
2.	NK	74,16	100	72,04	100	59,08	100	72,72	100
3.	NK + Superfosfat (Superphosphate)	76,60	103,29	74,64	103,61	72,16	122,14	92,36	127,01
4.	NK + pelofos 0	79,88	107,71	78,40	108,83	66,48	112,52	90,12	123,93
5.	NK + pelofos 1	72,96	98,38	75,96	105,44	67,88	114,89	105,24	144,72
6.	NK + pelofos 5	79,68	107,44	74,80	103,83	68,68	116,25	95,16	130,86
7.	NK + pelofos 6	79,80	107,60	83,08	115,32	68,72	116,32	73,28*	100,77*
8.	NK + sirovi fosfat (Raw phosphate)	76,74	103,07	76,64	106,38	66,28	112,19	97,44	133,99
	GD P = 5%	5,00	6,74	4,36	6,05	4,36	7,38	5,88	8,09
	P = 1%	6,68	9,01	5,84	8,11	5,84	9,88	7,88	10,84

* Zbog pomanjkanja tipa pelofos 6 nije mogla biti izvršena gnojidba, pa se zato pokazuje tako niski nivo, jednak NK gnojidbi.

U odnosu na negnojenu varijantu sve su varijante s gnojdbom bile sig-
nifikantno bolje, a u odnosu na NK gnojdbu pelofos 0 i pelofos 6 kod
 $P = 1\%$, a sirovi fosfat kod $P = 5\%$.

Abnormalne vremenske prilike u 1968. godini (dugi periodi s visokim
temperaturama i bez oborina) smanjile su općenito prinos sijena u odnosu
na prethodnu godinu. Međutim, i u ovoj je godini — uprkos klimatskim
abercijama — mineralna gnojdba u cjelini dobro djelovala. Najveći skok
postoji kod NK gnojdbu u odnosu na negnojenu varijantu, kod koje je po-
većanje prinosa iznosilo 68,80%. Sve varijante gnojdbu prema negnojenoj
su bile signifikantno bolje za $P = 5\%$ i $P = 1\%$. Ponovno je došla do izra-
žaja gnojdba fosforom. Od fosfornih gnojiva u ovoj godini
najbolje djelovanje je pokazao superfosfat, a od tipova
pelofosa pelofos 5 i pelofos 6. Najslabije je djelovao sirovi fosfat. Kao zna-
čajno treba istaći da je kod svih oblika fosfora u odnosu na NK gnojdbu do-
biveno signifikantno povećanje prinosa za $P = 5\%$ i $P = 1\%$.

Usput ističemo, da je u drugom otkosu bila najbolja varijanta NK + pe-
lofos 1, a prošle godine NK + pelofos 6.

U ovom pokusu u 1969. godini, kao što je već istaknuto, nije izvršena
gnojdba rano u proljeće nego nakon prvog otkosa. Na taj način je izazvano
u glavnom periodu vegetacije travnjaka produžno djelovanje ranije gnojdbu.
Na drugi otkos imala je mineralna gnojdba izravni
utjecaj. Također treba imati u vidu obilje oborina u vegetacijskom perio-
du u ovoj godini, što je imalo za posljedicu dobro djelovanje gnojdbu, a
naročito jaki utjecaj fosfora.

Prema dobivenim podacima se vidi, da je apsolutno
najbolja bila varijanta NK + pelofos 1, a iza nje dolazi
varijanta NK + sirovi fosfat. Slijede varijante NK + pelofos 5, NK + super-
fosfat, a zatim NK + pelofos 0. I ove godine je kod svih varijanata u odnosu
na negnojenu dobiveno signifikantno povećanje prinosa. To isto vrijedi i za
varijante gnojene fosforom u odnosu na NK gnojdbu.

Ako se želi komparirati varijanta s pelofosom 1
(granulirani trgovački pelofos s vodom) i sirovim
fosfatom, onda se vidi prilična razlika u korist pe-
lofosa 1 (105,24 q/ha : 97,44 q/ha), što znači da pored fosfora
djeluju i drugi sastojci pelofosa na prinos, odnosno
da je ukupno fertilizaciono djelovanje pelofosa bolje.

b) Pokusni punkt Bedenik

Livada zajednice rane pahovke
(*Arrhenatheretum aletioris subas. Trisetosum flavescens*)

Već na prvi pogled može se uočiti da je u prvoj godini istraživanja, tj. u
1966. na ovom pokusnom punktu učinak gnojdbu bio mnogo jači nego u
Križevcima. Najbolje djelovanje pokazao je superfosfat,
ali s vrlo malom razlikom u odnosu na pelofos 5. Pove-

ćanje prinosa pod utjecajem NK gnojidbe iznosilo je 37,83%, a povećanja prinosa pod utjecajem različitih oblika fosfornih gnojiva kretala se u odnosu na NK gnojidbu od 10,53 do 16,80%. U odnosu na negnojenu varijantu kod svih gnojjenih varijanata dobiveno je signifikantno povećanje prinosa, a isto tako i kod varijanata gnojjenih fosforom u odnosu na NK gnojidbu. Izuzetak čini samo varijanta NK + pelofos 0 za $P = 1\%$, pa prema tome treba istaći da je na ovom pokusu već u prvoj godini došla posebno do izražaja gnojidba raznim oblicima fosfornih gnojiva.

Prema rezultatima prinosa sijena u drugoj godini može se reći da osjetni skok nastaje tek punom NPK gnojidbom. Potrebno je naglasiti da se djelovanje gnojidbe stabilizira tek nakon nekoliko godina kontinuirane primjene, iako ono u velikoj mjeri zavisi od klimatskih uvjeta, kao što će to pokazati daljnji rezultati.

Kao i ranije kod svih gnojjenih varijanata u odnosu na negnojenu dobiveno je signifikantno povećanje prinosa. Od kompletne gnojidbe dala je kao prethodne godine apsolutno najviši prinos varijanta sa superfosfatom, ali s vrlo malom razlikom dolazi na drugo mjesto varijanta s pelofosom 5. Thomasov fosfat — opet s malom razlikom — bio je lošiji od pelofosa 0, a bolji od pelofosa 1 i pelofosa 6.

Pod utjecajem gnojidbe različitim oblicima gnojiva dobiveno je također kod svih varijanata signifikantno povećanje prinosa. Radi primjera iznosimo samo da je pod djelovanjem superfosfata u odnosu na NK gnojidbu prinos povećan za 32,26%, a pod djelovanjem pelofos 0 27,26%.

U 1968. godini odnosno trećoj godini istraživanja vidi se po prinosima da je ovo bolji tip livade od onog u Križevcima i da nepovoljne klimatske prilike nisu tolike snizile prinose, iako je razina prinosa niža nego prošle godine (103,44 : 91,76).

Gnojidba je djelovala općenito dobro, ali nešto slabije nego u Križevcima. Najveći skok prinosa je kod NK gnojidbe, dok je mnogo manji kod NPK gnojidbe. Unatoč toga sve gnojene varijante u odnosu na negnojenu su signifikantno bolje. Varijanta s Thomasovim fosfatom je dala najviši prinos. Od fosfornih gnojiva najslabije je djelovao pelofos 1. Unutar tipova pelofosa najbolje je djelovao, kao i prošle godine, pelofos 5, a bio je gotovo jednak po djelovanju sa superfosfatom odnosno pelofosom 0.

Na osnovu dobivenih rezultata se vidi da je u odnosu na NK gnojidbu signifikantno povećanje prinosa za $P = 5\%$ dobiveno kod svih varijanata s fosforom. Za $P = 1\%$ razlika nije signifikantna samo kod varijante s pelofosom 1.

Interesantno je napomenuti da je ove godine bila u prvom otkosu po prinosu sijena najbolja varijanta sa superfosfatom, a u drugom otkosu s pelofosom 1.

Tabela 2 — Prinos sijena u q/ha
Table 2 — Hay yield per hectare

Redni broj item	Varijanta gnojidbe Treatment	1966.		1967.		1968.		1969.	
		Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield	Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield	Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield	Prinos Yield q/ha	Rel. prinos Rel. yield
1.	Kontrola (negnojeno) (check)	81,52	72,55	66,88	74,11	63,40	74,41	80,00	57,22
2.	NK	112,36	100	90,24	100	85,20	100	106,36	100
3.	NK + superfosfat Superphosphate	131,24	116,80	119,36	132,26	98,72	115,87	109,12	102,59
4.	NK + pelofos (P ₀)	124,20	110,53	114,84	127,26	98,16	115,21	112,88	106,13
5.	NK + pelofos (P ₁)	125,48	111,67	101,52	112,50	93,76	110,05	106,16	99,81
6.	NK + pelofos (P ₂)	130,44	116,09	115,88	128,41	98,60	115,73	118,32	111,24
7.	NK + pelofos (P ₆)	126,80	112,85	108,36	120,07	95,56	112,16	—	—
8.	NK + Thomasfosfat Thomasphosphate	126,24	112,35	110,36	122,29	100,68	118,17	115,40	108,50
	GD P = 5%	9,04	8,04	4,28	4,74	7,12	8,36	9,56	8,99
	P = 1%	12,08	10,75	5,72	6,33	9,52	11,17	13,12	12,33

Da se u Bedeniku radi o tipu travnjaka, koji je prema svojem staništu plodniji od onog u Križevcima pokazuje prinos sijena i u 1969. godini na varijanti bez gnojidbe (80,00 q/ha i 55,92 q/ha).

Signifikantno veći prinosi u odnosu na negnojenu varijantu dobiveni su i u 1969. godini kod svih gnojnih varijanata. Inače je djelovanje dušično-kalijeve gnojidbe gotovo podjednako kako u Bedeniku, tako i u Križevcima. Međutim, djelovanje fosfora u Bedeniku je slabije. Od varijanata s pelofosom najbolja je varijanta s pelofosom 5, koja je dala za 11,24% viši prinos od NK gnojidbe. Slijede varijante s Thomasovim fosfatom, pelofosom 0, a tek iza nje sa superfosfatom. Najslabija je varijanta s pelofosom 1, čak ispod NK gnojidbe. Uzroke slabijem djelovanju fosfora u ovoj godini trebalo bi potražiti u kasnijoj gnojidbi. Posebno treba istaći u vezi s time, da je najslabije produžno djelovanje u prvom otkosu pokazao superfosfat, a najjače pelofos 6.

2. Promjene kemijskih svojstava tla pod utjecajem mineralne gnojidbe

Budući da se radi o prirodnim livadama s permanentnom tratinom najznačajnija su kemijska svojstva tla u površinskom sloju (do 15 cm dubine). Zato smo u toku gnojidbe pokusnih površina mineralnim gnojivima pratili njihov utjecaj na glavna kemijska svojstva tla na oba pokusna punkta (Križevci i Bedenik).

U slijedećim tabelama prikazano je stanje u pogledu kemijskih svojstava prije postavljanja pokusa i nakon četiri godine kontinuirane mineralne gnojidbe, na oba pokusna punkta (Križevci i Bedenik).

a) Pokusni punkt Križevci (Čret)

Nakon četiri godine tretiranja s mineralnim gnojivima ostalo je tlo jače kiselo. Ni bazični fosfati (pelofos i sirovi fosfati) nisu povisili pH-vrijednost tla (tabela 3 i tabela 4).

Što se tiče fiziološki aktivnog fosfora postoje razlike, tj. došlo je do očekivanog povećanja ovog hraniva kod varijanti s punom gnojdbom (NPK). Naročito se skok opaža kod gnojidbe s pelofosom i sirovim fosfatima, a što je u vezi s njihovim produžnim djelovanjem. Treba istaknuti obogaćivanje sloja do 5 cm, što je vezano s načinom primjene gnojiva i slabom migracijom fosfora.

Povećanje postoji i kod fiziološki aktivnog kalija, iako ono nije tako veliko u odnosu na početno stanje. Također je kod kalija manja razlika u sadržaju između slojeva od 0—5 i 5—15 cm.

Kod sadržaja humusa nastupilo je u prosjeku lagano povećanje s time da je nivo nešto viši kod varijanti gnojnih s fosforom u odnosu na dušično-kalijevu gnojdbu bez fosfora. Moglo bi se govoriti o tendenciji većeg utjecaja bazičnih fosfata na sadržaj humusa prema superfosfatu. Najveći sadržaj humusa bio je postignut s pelofosom 6.

Tabela 3 — *Kemijske osobine tla prije osnivanja pokusa*
 Table 3 — *Chemical properties of soil previous to experiment*

Varijanta gnojidbe Treatment	Duzina ploha m ²	pH	Y ₁		S	T		V, %	Hu- mus %	Ukup. Total N, %	mg/100 g tla of soil		C:N
			H ₂ O	N KCl		T-S	T				P ₂ O ₅	K ₂ O	
			m. c.			m. c.							
Kontrola (check)	0—5	5,7	4,6	26,90	23,50	17,50	41,00	57,31	7,1	0,39	3,4	12,4	1:10
	5—15	5,9	4,7	22,90	22,43	14,88	37,31	60,11	4,8	0,25	2,0	9,4	1:11
NK	0—5	5,8	4,8	26,90	25,62	17,50	43,12	59,41	7,5	0,42	3,1	13,0	1:10
	5—15	5,8	4,7	22,63	22,85	14,68	37,52	60,88	5,0	0,32	3,0	10,0	1:9
NK + superfosfat	0—5	5,8	4,7	25,30	24,77	16,45	41,22	60,09	6,7	0,39	3,4	11,2	1:10
(Superphosphate)	5—15	5,9	4,8	22,37	23,92	14,54	38,46	62,19	4,9	0,31	3,1	10,0	1:9
NK + pelofos 0	0—5	5,7	4,7	27,70	23,60	18,00	41,60	56,73	7,0	0,37	5,0	11,2	1:11
	5—15	5,7	4,7	23,98	22,96	15,48	38,44	59,72	5,0	0,31	4,4	9,0	1:9
NK + pelofos 1	0—5	5,7	4,7	26,63	25,20	17,31	42,51	59,28	6,7	0,41	3,4	12,0	1:9,5
	5—15	5,8	4,7	22,63	23,28	14,68	37,96	61,32	4,7	0,31	3,1	10,0	1:9
NK + pelofos 5	0—5	5,7	4,7	27,70	24,88	18,00	42,88	58,02	7,2	0,40	4,0	12,4	1:10
	5—15	5,9	4,6	23,17	22,96	15,06	38,02	60,58	4,5	0,28	3,0	9,0	1:9
NK + pelofos 6	0—5	5,7	4,6	27,70	23,82	18,00	41,82	56,95	7,8	0,39	3,6	12,4	1:11,5
	5—15	5,8	4,7	22,63	24,45	14,68	39,13	62,48	6,5	0,28	3,4	9,0	1:13,5
NK + sirovi fosfat	0—5	5,9	4,7	26,90	25,62	17,50	43,12	59,41	7,0	0,41	4,4	11,2	1:10
(Raw phosphate)	5—15	5,9	4,7	22,90	22,43	14,88	37,31	60,11	5,0	0,31	3,2	10,0	1:9

NAPOMENA: Opisna ocjena kemijskih svojstava prije postavljanja pokusa u Krizevcima dana je u prethodnom odjeljku, gdje su izneseni podaci o pokusnim mjestima.

*Tabela 4 — Kemijske osobine tla u jesen 1969. godine
(četvrte godine trajanja pokusa)*
*Table 4 — Chemical properties of soil in the autumn of the year 1969.
(the fourth year of experiment)*

Varijanta gnojidbe Treatment	Dubina tla Depth of soil cm pH u (in)	pH u (in) 1 N KCl 1969.	mg/ g tla — of soil		Humus, %
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
			1969.		1969.
∅	0—5	4,4	3,0	15,0	6,7
	5—15	4,2	2,0	14,0	5,9
NK	0—5	4,7	9,5	24,0	8,2
	5—15	4,4	3,8	12,0	6,3
NK + superfosfat Superphosphate	0—5	4,6	33,5	25,0	7,0
	5—15	4,3	3,5	14,0	5,0
NK + pelofos 0	0—5	5,2	38,5	21,0	7,3
	5—15	4,6	3,5	12,5	6,0
NK + pelofos 1	0—5	4,6	8,5	15,0	8,5
	5—15	4,1	3,5	12,5	5,2
NK + pelofos 5	0—5	4,5	40,0	26,0	9,6
	5—15	4,8	17,0	15,0	6,6
NK + pelofos 6	0—5	4,7	40,0	21,0	9,8
	5—15	4,1	3,5	9,0	6,6
NK + sirovi fosfat Raw phosphate	0—5	4,7	40,0	26,0	9,4
	5—15	4,2	5,0	12,5	5,9

b) Pokusni punkt Bedenik

Nakon završetka ispitivanog perioda pH-vrijednost tla se nije praktički izmijenila, tj. tlo je ostalo kao što je i bilo — osrednje kiselo u površinskom sloju. Moglo bi se eventualno govoriti o laganom smanjenju kiselosti kod varijante s Thomasovim fosfatom.

Sadržaj fiziološki aktivnog fosfora je znatno povećan nakon četiri godine tretiranja, a na negnojenoj varijanti je pao. Kao i u slučaju križevačkog pokusa obogaćenje aktivnim fosforom je vezano na površinski sloj do 5 cm.

S aktivnim kalijem je situacija analogna, ali je nivo ovog hraniva u površinskom sloju niži od fosfora.

Sadržaj humusa u četiri godine gnojidbe se prosječno povisio u površinskom sloju, što govori o humizaciji pod utjecajem mineralne gnojidbe. Sadržaj humusa je najviše porastao pod utjecajem gnojidbe pelofosom 0 i pelofosom 5.

Tabela 5 — *Kemijske osobine tla prije osnivanja pokusa*
 Table 5 — *Chemical properties of soil previous to experiment*

Varijanta gnojidbe Treatment	Dubina tla Depth of soil	pH			Y ₁	S	T-S		T	V, %	Hu- mus %,	Ukup. Total N, %	mo/100 g tla of soil		C:N
		H ₂ O	N	KCl			m. e.	P ₂ O ₅					K ₂ O		
Kontrola (Check)	0-5	6,2	5,5	5,5	15,45	21,90	10,04	31,94	68,56	7,4	0,39	19,6	12,0	1:11	
	5-15	5,8	4,7	4,7	15,70	16,56	10,21	26,77	61,86	3,4	0,20	5,2	5,6	1:10	
NK	0-5	5,8	4,6	4,6	15,98	15,93	10,38	26,31	60,54	3,4	0,21	6,4	5,2	1:9	
	5-15	5,8	4,6	4,6	16,25	15,93	10,56	26,49	60,13	3,5	0,20	5,4	4,4	1:10	
NK + superfosfat (superphosphate)	0-5	6,3	5,4	5,4	13,58	21,26	8,83	30,09	70,65	6,5	0,34	19,6	9,4	1:11	
	5-15	5,8	4,7	4,7	15,98	17,32	10,38	27,70	62,52	3,5	0,21	5,2	5,2	1:9,5	
NK + pelofos 0	0-5	6,4	5,5	5,5	13,58	21,58	8,83	30,41	70,96	6,9	0,37	21,2	11,2	1:11	
	5-15	6,1	5,3	5,3	15,70	21,36	10,21	31,57	67,65	5,7	0,32	11,2	10,0	1:10	
NK + pelofos 1	0-5	6,3	5,4	5,4	13,58	20,83	8,83	29,66	70,22	6,3	0,34	20,6	11,2	1:11	
	5-15	6,0	4,6	4,6	13,33	17,32	8,66	25,98	66,66	3,2	0,20	4,6	5,2	1:9	
NK + pelofos 5	0-5	6,2	5,5	5,5	14,13	21,90	9,18	31,08	70,46	6,3	0,38	22,8	11,2	1:10	
	5-15	5,7	4,8	4,8	15,70	17,10	10,21	27,31	62,61	3,7	0,22	6,2	6,2	1:10	
NK + pelofos 6	0-5	6,2	5,5	5,5	13,33	21,36	8,66	30,02	71,15	6,5	0,36	21,4	10,6	1:10	
	5-15	5,7	4,5	4,5	15,45	15,93	10,04	25,97	61,34	3,0	0,17	6,2	5,2	1:10	
NK + Thomasfos. (Thomasphosph.)	0-5	6,2	5,4	5,4	13,33	22,32	8,66	30,98	72,04	7,1	0,38	31,0	11,2	1:11	
	5-15	5,8	4,7	4,7	14,85	16,78	9,65	26,43	63,48	3,2	0,22	5,6	5,2	1:8	

NAPOMENA: Opisna ocjena kemijskih svojstava tla prije postavljanja pokusa u Bedeniku dana je u prethodnom odjeljku, gdje su izneseni podaci o pokusnim mjestima.

Tabela 6 — Kemijske osobine tla u jesen 1969. godine
(četvrte godine trajanja pokusa)

Table 6 — Chemical properties of soil in the autumn of the year 1969.
(the fourth year of experiment)

Varijanta gnojidbe Treatment	Dubina tla Depth of soil, cm	pH u (in) 1 N KCl	mg/100 g tla — of soil		Humus, %
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
Ø	0—5	5,2	8,0	14,0	7,9
	5—15	4,4	2,0	7,5	3,1
NK	0—5	5,1	8,0	26,0	7,0
	5—15	4,5	2,0	7,5	3,0
NK + superfosfat (Superphosphate)	0—5	5,0	40,0	15,0	7,2
	5—15	4,7	4,5	7,5	3,2
NK + pelofos 0	0—5	5,4	40,0	16,0	8,3
	5—15	4,4	3,5	7,5	3,3
NK + pelofos 1	0—5	5,4	37,0	16,0	7,0
	5—15	4,6	3,0	7,5	3,6
NK + pelofos 5	0—5	5,2	40,0	15,0	8,4
	5—15	4,3	3,8	7,0	3,2
NK + pelofos 6	0—5	—	—	—	—
	5—15	—	—	—	—
NK + Thomasfosfat (Thomasphosphate)	0—5	5,9	40,0	12,0	7,8
	5—15	4,7	4,0	7,5	3,3

3. Promjene botaničkog sastava tratine pod utjecajem mineralne gnojidbe

U nastavku se navode procjene ekonomskih skupina (dobre i loše trave, lepirnjače i zeljanice) i kompleksni utjecaj gnojidbe na kvalitet tratine.

a) Procjena prinosa po ekonomskim skupinama

Procjena prinosa po ekonomskim skupinama za lokalitet Čret vršena 1966/67. god.: trave, travolike, lepirnjače i zeljanice, a za 1968/1969. god.: dobre trave, loše trave, lepirnjače i zeljanice; za lokalitet Bedenik za 1967/1969. god.: dobre trave, loše trave, lepirnjače i zeljanice.

Prinosi po ekonomskim skupinama bonitirani su u % i izraženi za lokalitet Čret u tabeli 7, a za lokalitet Bedenik u tabeli 8.

Tabela 7 — Postatni udio dobrih i loših trava, lepirnjača i zeljanica.
Bromo-Cynosuretum cristati (Čret)

Table 7 — Percentage of good and poor quality grasses, legumes and forbs
of Bromo-Cynosuretum Cristati Assoc.

Ekonomске grupe i godine Economic groups and years	Varijanta gnojidbe Treatment	Godina Year	Ø	NK	NK + (super- fosfat Super- phos- phate	NK + pele- fos 0	NK + pele- fos 1	NK + pele- fos 5	NK + pele- fos 6	NK + sirovi fosfat Raw phos- phate
Trava (1966/1967) Grasses Dobre trave (1968/1969) Quality grasses		1966.	45,0	54,0	48,0	44,0	47,0	45,0	49,0	45,0
		1967.	51,0	66,5	69,0	67,0	64,0	69,5	69,0	69,0
		1968.	9,6	23,5	27,6	26,5	25,6	21,9	21,1	23,6
		1969.	19,1	34,0	37,3	38,3	34,6	36,3	29,9	33,5
Travolike (1966/1967) Acid grasses Loše trave (1968/1969) Poor quality grasses		1966.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		1967.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		1968.	39,6	48,7	52,6	49,4	49,5	56,4	57,9	50,9
		1969.	24,8	34,8	33,2	35,3	39,0	34,1	31,6	37,6
Lepirnjače Legumes		1966.	21,0	16,5	21,0	27,5	21,5	24,5	20,0	27,0
		1967.	16,5	14,0	13,0	15,0	15,5	13,0	14,0	13,0
		1968.	6,9	2,6	1,4	1,8	2,9	1,5	2,0	2,2
		1969.	3,9	2,1	2,1	2,1	1,7	2,2	3,8	2,2
Zeljanice Forbs		1966.	33,0	28,0	30,0	27,5	30,5	29,0	29,5	27,0
		1967.	31,5	18,5	17,0	16,5	19,0	16,5	16,0	17,0
		1968.	43,9	25,2	18,4	22,3	22,5	20,2	19,0	23,3
		1969.	52,2	29,1	27,4	23,8	28,4	22,5	35,2	26,7

Tabela 8 — Postotni udio dobrih i loših trava, lepirnjača i zeljanica
Asoc. Arrhenatheretum elatioris (Bedenik)

Table 8 — Percentage of good and poor quality grasses, legumes and forbs
of *Arrhenatheretum elatioris* Asoc.

Ekonomске grupe i godine Economic groups and years	Varijanta gnojidbe Treatment		Ø	NK	NK + super- fosfat (Super- phos- phate	NK + pelo- fos 0	NK + pelo- fos 1	NK + pelo- fos 5	NK + pelo- fos 6	NK + Thomas- fosfat Thomas- phos- phate
	Godina Year									
Dobre trave Quality grasses	1967.		12,1	39,4	50,5	38,9	40,7	47,0	48,8	53,8
	1968.		20,1	27,1	34,8	42,1	35,1	43,1	44,3	50,5
	1969.		28,3	31,1	40,0	52,5	38,8	47,5	35,0	39,8
Loše trave Poor quality grasses	1967.		11,5	19,4	22,6	15,2	22,3	18,4	18,0	13,7
	1968.		20,4	27,4	28,9	25,8	24,8	24,1	27,4	22,1
	1969.		15,0	11,3	15,0	16,2	15,0	13,5	14,5	16,2
Lepirnjače Legumes	1967.		14,2	11,6	8,5	16,4	12,0	14,0	14,0	10,8
	1968.		20,9	8,6	6,9	9,3	10,8	7,6	6,6	8,3
	1969.		0,5	0,2	0,5	—	0,2	—	0,5	0,7
Zeljanice Forbs	1967.		62,2	34,1	18,4	29,5	25,0	20,6	19,2	21,7
	1968.		38,6	36,9	29,4	22,8	29,3	22,7	21,7	19,3
	1969.		56,2	57,5	44,5	31,3	46,0	39,0	50,0	43,3

Dobrih trava (1968/1969) je najviše u 1969. god. kod kombinacije NK + sirovi fosfat i NK + pelofos 0, a trava uopće u 1967. god. u kombinaciji NK + sirovi fosfat (veliki udio *Holcus lanatus*). Loših trava je najviše 1968. god. u kombinacijama NK + pelofos 5 i NK + pelofos 6 (velik udio *Holcul lanatus*). Lepirnjača je najviše u prvoj godini gnojidbe uopće, a naročito u kombinacijama NK + pelofos 0 i NK + sirovi fosfat. Kasnije, osim za 1967. god., udio lepirnjača znatno opada. Zeljanica je u pravilu najviše kroz cijeli vegetacioni period u Ø kombinaciji (1969. god.). Gnojdbom su porasle dobre i loše trave (*Holcus lanatus*). Među zeljanicama najveći udio ima *Stachys officinalis*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acer* i *Achillea millefolium*. *Stachys officinalis* je indikator teških tala (narodni naziv za kruškolika tla).

Najviše je dobrih trava u 1967/1968. god. kod gnojidbene kombinacije NK + sirovi fosfat, a u 1969. god. kod gnojidbene kombinacije NK + pelofos 0. Na udio loših trava otpada najveći postatak *Holcus lanatus*. Lepirnjača je općenito najviše u prvoj godini, a napose u gnojidbenoj kombinaciji NK + pelofos 0 (1967. god.). Zeljanica je najviše općenito u 1969. godini radi visokog udjela *Cichorium intybus*.

b) Kompleksni utjecaj gnojidbe na kvalitet tratine

U tabeli 9 (Čret) i tabeli 10 (Bedenik) izračunati su osnovni kvalitetni indeks (kvaliteta) i kvalitetni ekvivalent. Navedene kategorije su obračunate u odnosu za sve gnojdbene kombinacije u poređenju s kontrolom (Ø). Kvaliteta (osnovni kvalitetni indeks) i kvalitetni ekvivalent je obračun na osnovu botaničke analize, odnosno na osnovi kompleksne metode procjene u zelenom ili u sijenu polifitnih krmnih površina po metodi Šoštarić-Pisačić-Kovačević (1968). Osnovni kvalitetni indeks izražen u postocima za neku tratinu kaže nam koliko to postotaka u zelenom stanju ili u sijenu odgovara idealnom botaničkom sastavu (odličnih vrsta) količine 100 kg. Kvalitetni ekvivalent (proizvodno kvalitetna vrijednost) govori koliko je kompleksna vrijednost određene količine krmne mase s određenom kvalitetom, izražena u količini krme tratine idealne (odlične).

U kvalitetnom ekvivalentu kompleksno je izražena kvaliteta obzirom na botanički sastav, faktore staništa i agromjere (gnojidba).

Kvalitetni ekvivalent u tabeli 9 je najniži kod Ø-kombinacije, a najveći u gnojidbenoj kombinaciji NK + pelofos 1 (1969. god.). U tabeli 10 naročito su visoki kvalitetni ekvivalenti u 1969. godini u gnojidbenim varijantama NK + pelofos 0, NK + pelofos 5 i NK + sirovi fosfat.

Tabela 9 — Kompleksni utjecaj gnojidbe na kvalitet tratine
Asoc. Bromo-Cynosuretum cristati (Cret)

Table 9 — Complex effect of fertilizing upon sward quality
of Bromo-Cynosuretum cristati Assoc.

Red. broj Item	Varijanta gnojidbe Treatment	1966.		1967.		1968.		1969.	
		Kvaliteta Quality	Kvalitetni ekvivalent Quality equivalent	Kvaliteta Quality	Kvalitetni ekvivalent Quality equivalent	Kvaliteta Quality	Kvalitetni ekvivalent Quality equivalent	Kvaliteta Quality	Kvalitetni ekvivalent Quality equivalent
1.	Ø	37,0	19,0	36,3	15,9	24,4	8,5	28,6	16,0
2.	NK	37,8	28,0	27,6	19,9	28,3	16,7	37,1	27,0
3.	NK + superfosfat (Superphosphate)	45,0	34,5	29,1	21,7	34,2	24,7	45,5	19,3
4.	NK + pelofos 0	52,7	42,0	32,2	25,2	36,8	24,5	47,5	42,0
5.	NK + pelofos 1	45,6	33,3	32,8	24,5	36,3	24,4	46,1	48,5
6.	NK + pelofos 5	51,1	40,7	30,0	22,4	30,2	20,7	46,1	43,9
7.	NK + pelofos 6	46,6	37,2	31,2	25,9	30,6	21,0	42,4	31,1
8.	NK + sirovi fosfat (Raw phosphate)	53,6	41,1	30,8	23,6	34,3	22,7	43,9	42,8

Tabela 10 — Kompleksni utjecaj gnojidbe na kvalitet tratine
Asoc. Arrhenatheretum elatioris (Bedenik)

Table 10 — Complex effect of fertilizing upon sward quality
of Arrhenatheretum elatioris Assoc.

Red. broj Item	Varijanta gnojidbe Treatment	1967.		1968.		1969.	
		Kvali- teta Quali- ty	Kvalitet. ekvivalent Quality equivalent	Kvali- teta Quali- ty	Kvalitet. ekvivalent Quality equivalent	Kvali- teta Quali- ty	Kvalitet. ekvivalent Quality equivalent
1.	Ø	27,9	17,8	42,6	26,2	50,3	39,3
2.	NK	48,5	38,1	42,6	32,3	50,1	47,8
3.	NK + superfosfat (Superphosphate)	55,6	55,3	47,5	31,5	63,5	59,2
4.	NK + pelofos 0	52,5	49,4	56,1	46,0	74,5	71,0
5.	NK + pelofos 1	47,0	39,1	53,0	41,4	65,5	57,0
6.	NK + pelofos 5	58,3	56,3	49,4	40,7	67,7	67,6
7.	NK + pelofos 6	51,1	54,3	55,2	44,1	—	—
8.	NK + Thomasfosfat (Thomasphosphate)	63,2	58,0	62,5	52,7	66,3	64,3

DISKUSIJA

Kao što je bilo i za očekivati naša ispitivanja su potvrdila da se mineralnom (NPK) gnojidbom znatno može utjecati na povećanje prinosa sijena prirodnih livada, ali na nivo povećanja ima utjecaja i bonitetna vrijednost staništa. Tako i u našem slučaju je skok prinosa sijena pod utjecajem mineralnih (NPK) gnojiva na manje plodnom staništu u Križevcima (zajednica krestaca) veći, nego na plodnijem staništu u Bedeniku (zajednica rane pahovke).

U Križevcima je npr. 1968. godine prinos sijena povišen za nešto preko 100% pod utjecajem kompletne NPK mineralne gnojidbe, a u Bedeniku iste godine za oko 60% s NPK gnojidbom. KVAKAN (1944) je na istim tipovima livada dobio u trogodišnjem prosjeku s NPK mineralnom gnojidbom maksimalno povećanje od 96,7%. LESKOŠEK i MIHALIĆ (1966) se na nizinskoj livadi zajednice *Deschampsietum caespitosae* u Garešnici s NPK gnojidbom, u kojoj je doza čistog fosfora iznosila 120 kg P_2O_5 , postigli u dvogodišnjem prosjeku povećanje čak od 119%.

Što se tiče fertilizacionog djelovanja fosfora na prinos sijena ono je izraženo, ali u prosjeku slabije i pod utjecajem je vremenskih prilika (promjenljivost hidrotermičkih odnosa). Primijećen je na staništu u Križevcima porast djelovanja fosfora kontinuiranom gnojidbom kroz četiri godine. To nije došlo toliko do izražaja na livadi u Bedeniku, gdje je utjecaj klime bio dominantan.

Na livadi zajednice krestaca u Križevcima povećanje prinosa iznosilo je 44,72%, a na livadi rane pahovke do 32,2%. KVAKAN (ibid.) je dobio s dozom od 120 kg P_2O_5 najviše povećanje od 41,2%, a LESKOŠEK i MIHALIĆ (ibid) su dobili sa 120 kg P_2O_5 na nizinskim prirodnim livadama na lokalitetima Začretje, Sl. Požega i Garešnica (I i II poljoprivredni rajon Hrvatske) povećanje prinosa sijena od 13—87%. LESKOŠEK (1965) je u većem broju gnojidbenih pokusa na prirodnim livadama u Sloveniji s dozom od 90 kg P_2O_5 postigao u prosjeku povećanje od 43%. Dobar učinak fosfora (50 kg P_2O_5 /ha) na prinos sijena nizinske livade zajednice rane pahovke u Požeškoj kotlini dobio je i GJURAŠIN (1960).

Uspoređujući naše rezultate s rezultatima domaćih i stranih istraživača mišljenja smo da bi doza od 120 kg P_2O_5 mogla osigurati visoki prinos sijena i dobar kvalitet krme s potrebnim sadržajem fosfora u sijenu.

U pogledu fertilizacione vrijednosti ispitivanih vrsta fosfornih gnojiva (superfosfat obični, Thomasov fosfat, sirovi fosfat i pelofos) pokazale su se razlike. Na pokusu u Križevcima u četiri vegetacije, tri puta nije bilo signifikantne razlike između superfosfata i sirovog fosfata. Samo 1968. godine kada su nastupili dugi periodi suhog i vrućeg vremena superfosfat je bio signifikantno bolji od sirovog fosfata. TONKA BERLIČEVA (1965) nije na kiselim livadama u Sloveniji također dobila signifikantnu razliku između superfosfata i sirovog fosfata (mikrofosa).

Na prirodnoj livadi zajednice krestaca u Križevcima u periodu ispitivanja je u tri godine (od četiri) bio pelofos bolji od običnog superfosfata i sirovog fosfata. Najviši prinos sijena postignut je s pelo-

fosom 1 u kombinaciji sa NK gnojdbom i to 105,24 q/ha. Samo u abnormalnoj 1968. godini je superfosfat bio bolji od pelofosa.

Na prirodnoj livadi zajednice rane pahovke u Bedeniku fertilizaciono djelovanje primijenjenih vrsta fosfornih gnojiva je jače variralo. Ovdje je umjesto sirovog fosfata bio uključen Thomasov fosfat. Od četiri vegetacije ispitivanja u dvije vegetacije (1966. i 1967) je bio najbolji superfosfat obični, pa i najviši prinos sijena od 119,36 q/ha je postignut sa superfosfatom u kombinaciji s NK gnojdbom. Thomasov fosfat je bio najbolji samo jedamput, a isto tako i pelofos 5.

Djelovanje Thomasovog fosfata u odnosu na superfosfat je bilo promjenljivo, a u odnosu na pelofos uglavnom lošije. Samo jedamput u četiri vegetacije je bio Thomasov fosfat bolji od pelofosa (1968. godine).

Uspoređujemo li oba tipa livade, onda se pokazuje da je na zajednici krestaca pelofos bolji od superfosfata i sirovog fosfata, a na zajednici rane pahovke bolji od Thomasovog fosfata, i jednako takvog fertilizacionog utjecaja kao superfosfat obični.

Između ispitivanih tipova pelofosa (pelofos 0, pelofos 1, pelofos 5 i pelofos 6) nema većih i pravilnih razlika.

Četvorogodišnji period gnojdb livada mineralnim (NPK) gnojivima je prekratak da bi se moglo govoriti o većim promjenama kemijskih svojstava tlo pod djelovanjem mineralne gnojdb. Na oba staništa (Križevci i Bedenik) je tlo ostalo jače kiselo, izuzevši tretiranje s Thomasovim fosfatom, gdje postoji tendencija smanjenja kiselosti i to samo u sloju od 5 cm dubine.

Kao što je bilo i za očekivati došlo je na oba pokusa do povećanja sadržaja fiziološki aktivnog fosfora pod utjecajem NPK gnojdb, a isto tako — ali na nižoj razini — bio je povećan kalij. Obogaćivanje s oba hraniva je izvršeno u sloju do 5 cm, što je vezano na način primjene gnojiva i slabom migracijom fosfora.

Kon humusa postoji lagano povećanje sadržaja, nivo humusa je veći na oba staništa pod utjecajem fosforne gnojdb, a izgleda da je utjecaj bazičnih fosfata bolji od superfosfata.

Opća je konstatacija da je mineralna gnojdba vidno poboljšala kvalitet tratine na oba lokaliteta (Križevci — Cret i Bedenik).

Na livadi Cret (zajednica krestaca) je dobrih trava najviše dobiveno na gnojdbi sa sirovim fosfatom i pelofosom 0.

Najviše je lepirnjača bilo u prvoj godini gnojdb, a naročito u gnojdbenim varijantama s pelofosom 0 i sirovim fosfatom.

I na livadi u Bedeniku (zajednica rane pahovke) je najviše dobrih trava bilo prve godine gnojdb na varijantama s pelofosom 0 i Thomasovim fosfatom.

Na obje livade najviše zeljanica kroz čitavo vrijeme ispitivanja bilo je na kontroli (bez gnojdb).

Što se tiče kvalitete i kvalitetnog ekvivalenta to je na livadi zajednice krestaca u Križevcima (Cret) u podizanju kva-

litete u tri godine vodio pelofos (tipovi P_1 i P_0), a samo jedne godine sirovifosfat. Najviši kvalitetni ekvivalent pakazala je kroz sve četiri godine gnojidba s pelofosom (tipovi P_0 , P_1 i P_2). Na livadi rane pahovke je u pogledu kvalitete u dvije godine vodio sirovi fosfat, a samo jedne pelofos (tip P_0). Upravo te jedne (1969) godine je kvaliteta tratine pod utjecajem pelofosa znatno odskočila od drugih varijanti gnojidbe. U kvalitetnom ekvivalentu je analogno vodio kroz prve dvije godine sirovi fosfat, a samo jedne pelofos (tip P_0).

Ako se zajedno promatra visina prinosa sijena prirodnih livada i promjene kvalitete tratine, onda je sigurno da u gnojidbi moraju biti prisutna sva tri makrohraniva, ali upravo prisutnost fosfora podiže znatno obje vrijednosti i s pravom ističe STROBL (1961) da je produktivnost livada u stvari pitanje fosfora.

ZAKLJUČCI

Provedena višegodišnja ispitivanja o utjecaju različitih fosfornih gnojiva na prinos i botanički sastav nizinskih prirodnih livada u sjeverozapadnoj Hrvatskoj daju nam osnovu za slijedeće zaključke:

1. Na oba tipa livade (krestaca i rane pahovke) je mineralna gnojidba (NPK) vrlo izrazito djelovala, s time da je veći utjecaj imala na prinos sijena NK od fosforne gnojidbe. Ipak, najviši prinosi sijena su postignuti s fosforom u kombinaciji s NK gnojidbom.

2. Djelovanje fosfora na prinos sijena bilo je jače izraženo na staništu manje plodnosti (zajednica krestaca u Križevcima), a slabije na plodnijem staništu (zajednice rane pahovke u Bedeniku).

3. Uspoređujući primjenjenu dozu fosfora ($150 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) i dobivene prinose sijena s rezultatima drugih istraživača smatramo da bi s gledišta visine prinosa i kvalitete krme (botanički sastav i sadržaj fosfora u krmi) zadovoljila doza od $120 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ po hektaru.

4. Pod utjecajem mineralne (NPK) gnojidbe općenito se poboljšala tratina na oba tipa livade (zajednica krestaca i rane pahovke). Dobrih trava bilo je na oba lokaliteta na gnojidbi sa sirovim fosfatom i pelofosom (P_0). Na livadi Čret najviše lepirnjača bilo je na gnojidbi s pelofosom (P_0) i sirovim fosfatom.

U pogledu podizanja kvalitete i kvalitetnog ekvivalenta na livadi zajednice krestaca je vodio pelofos (tipovi P_1 i P_0), a na drugom mjestu bio je sirovi fosfat. Obrnuto, na livadi rane pahovke je vodio sirovi fosfat, a na drugom mjestu je bio pelofos (tip P_0).

5. Od ispitivanih vrsta fosfornih gnojiva je na siromašnijem staništu (zajednica krestaca) od četiri godine, u tri vegetacije bio najbolji pelofos, a samo jednom superfosfat.

Na plodnijem staništu (zajednice rane pahovke) je u četiri godine istraživanja samo jednom bio apsolutno najbolji superfosfat, u dvije vegetacije podjednak s pelofosom, a samo jednom je Thomasov fosfat bio najbolji.

6. Nakon četvorogodišnjeg kontinuiranog gnojenja s NPK mineralnim gnojivima tlo je na obje livade (zajednica krestaca i rane pahovke) ostalo kiselo, ali se očituje tendencija porasta sadržaja humusa i to jače pod utjecajem fosforne gnojidbe.

Višegodišnja gnojidba livada obje zajednice utjecala je na vidno povećanje fiziološki aktivnog fosfora, a umjereno aktivnog kalija u površinskom sloju tla.

INFLUENCE OF DIFFERENT FORMS OF PHOSPHORUS FERTILIZERS UPON THE YIELD AND BOTANICAL COMPOSITION OF NATURAL MEADOWS OF BROMO-CYNOSURETUM CRISTATI AND ARRHENATHERETUM ELATIORIS ASSOCIATIONS

by

V. Mihalić, A. Butorac, J. Kovačević, V. Ivanek

SUMMARY:

There are exceptionally favourable conditions for the application of mineral fertilizers on natural meadows in the northwest part of Croatia. Thus, it was of both scientific and practical interest to investigate the effects of phosphorus fertilizers on the yield and botanical composition of meadows, as well as on chemical changes in the soil. For the purpose of investigation, two associations of typical natural lowland meadows were chosen Bromo-Cynosuretum cristati and Arrhenatheretum elatioris. The former association was developed on gleyd, mineralized boggy soil of heavy textural composition, while the latter was on hydromorphic gleyed soil.

In the experiments, the effects of the following phosphorus fertilizers were evaluated: common superphosphate, soft raw phosphate, Thomasphosphate and four types the home produced alkaline phosphate — pelofos.

Both experiments were set up according to the Latin square method with 8 treatments.

The experiments lasted four years (1966—1969). Their results are shown in Tables 1—10. The first two Tables refer to hay yields, the next four to the chemical properties of the soil and their changes, while the remaining four deal with the botanical characteristics of the investigated meadows.

Summing up the results, the conclusion can be drawn that mineral fertilizing had the expressed effect of increasing the yields on both meadow types, although the effect of phosphorus itself was less expressed. Phosphorus effected hay yield more considerably on the habitat of poorer fertility (Bromo-Cynosuretum cristati association), and less on the more fertile habitat (Arrhenatheretum elatioris association). Besides, under the influence

of fertilizing, the botanical composition was improved on both meadow types. On the meadow of Bromo-Cynosuretum cristati association, most quality grasses and legumes were obtained in the treatment with raw phosphate and pelofos 0, and equally good first year grasses were obtained on the meadow of Arrhentheretum elatioris association. As regards improvement of quality and of quality equivalent on the meadow of Bromo-Cynosuretum cristati association, pelofos 1 and pelofos 0 had the best effects, followed by raw phosphate. Contrary to this, raw phosphate had the best effect on the meadow of Arrhenateretum elatioris association, while pelofos 0 was second best.

Among all the investigated types of phosphorus fertilizers, the best fertilizing effect on the poorer habitat of Bromo-Cynosuretum cristati association was that of pelofos, in three out of four investigated vegetations, but it varied according to its types. Superphosphate had the best fertilizing effect only once. However, on the more fertile habitat of the Arrhenatheretum elatioris association there were greater discrepancies. Thus, the effect of the best pelofos type in the first year was on the level of superphosphate, which had the best effect in the second year, while Thomasphosphate was the best in the third, and pelofos 5 in the fourth year.

To conclude, positive changes of the main chemical properties of the soil occurred in the course of investigations, under the influence of continuous fertilization on both meadow types.

LITERATURA

- BERLIĆ TONČKA (1965): Rezultati egzaktnih gnojidbenih pokusa na travnjacima. »Agrohemija«, No. 10, Beograd.
- BRENSCHLEY M. i WEBER C. A. (1926): Die Rothamsteder Wiesen düngungsversuchen. Berlin.
- ĐORĐEVIĆ V. (1967): Prilog proučavanju uticaja đubrenja na proizvodnost, botanički sastav i posednutost površina biljkama na prirodnim travnjacima. »Agrohemija«, No. 1—2, Beograd.
- GERICKE S. (1956): 10 Fragen der Weisendüngung. Essen-Bredeney.
- GERICKE S. (1957): Düngung, Pflanzenbestand und Mineralstoffgehalt von Wiesenhen. Die Phosphorsäure, No. 17. Essen.
- GERICKE S. (1963): Düngung der Wiesen. Essen.
- DJURAŠIN B. (1965): Prilog praučavanju utjecaja fertilizacije na promjene botaničkog sastava travnjaka na području Slavonije, Požege. »Arhiv za poljoprivredne nauke«, Sv. XVIII, 59, Beograd.
- DJURAŠIN B. (1960): Utjecaj fertilizacije i stadija vegetacije na prinos hranivih tvari travnjaka i lucerne. (Disertacija), Sl. Požega.
- HORVATIĆ S. (1930): Soziologische Einheiten der Niedernugs Wiesen in Kroatien und Slavonien. Acta botanica V. 57118, Zagreb.
- ILIJANIĆ Lj. (1962): Prilog poznavanju ekologije nekih tipova nizinskih livada Hrvatske. Acta botanica Croatia, XX—XXI, 95—167, Zagreb.

- ILIJANIĆ Lj. (1971): Fitocenološko i fitogeografsko raščlanjivanje livadne vegetacije Posavine. Savjetovanje o Posavini (317—322), Zagreb.
- KARAČIĆ M. (1970): Rezultati istraživanja primjene mineralnih gnojiva na livadama zapadne Bosne. »Agronomске informacije«, separat 15, Zagreb.
- KLAPP E. (1954): Wiesen und Wieden. Berlin-Hamburg.
- KOVAČEVIĆ J. i LESKOŠEK M. (1960): Der Einfluss der Phosphorsäure auf Pflanzenbestand slowenischer Berg- und Niedernugs Wiesen. »Die Phosphorsäure«, Bolge 1/2 Essen.
- KOVAČEVIĆ J. i ŠATOVIĆ F. (1968): Prirodni travnjaci općine Sesvete kao prirodni resursi krme. »Veterinarria« 17, Sarajevo.
- KRAMER E. (1969): Poročilo o delovanju Kmetijsko-kemičnega preskuševališča za Kranjsko. Ljubljana.
- KUENZLEN F. (1961): Düngung und Pflanzen bestand eines langjährigen Wiesenversuches. »Die Phosphorsäure«, Folge 5/6, Essen.
- KVAKAN P. (1944): Utjecaj mineralnih gnojiva na biljni sastav i prirod livada u Šašinovcu. »Poljodjelska znanstvena smotra«. Broj 8, Zagreb.
- LESKOŠEK M. (1965): Vpliv fosfatov na pridelek ter floristično in kemično sestavo mrve v Sloveniji. (Disertacija), Ljubljana.
- LESKOŠEK M. i MIHALIĆ V. (1966): Der Einfluss der Düngung auf die Leistung der Wiesen in Kroatien. Salzburg.
- LESKOŠEK M. (1959): Pregled rezultata istraživanja fertilizacije vrednosti Thomasfosfata u Jugoslaviji. »Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u poljoprivredi, Separat 65, Beograd.
- LOGOMERAC V.: Pelofos — njegova tenologija. »Agrohemia«, No. 11, Beograd.
- MANDEKIĆ V. (1913): Gnojidba. Križevci.
- MIHALIĆ V. i BUTORAC A. (1969): Rezultati 10-godišnjih pokusa s gnojivom pelofos na različitim tipovima tla i s različitim kulturama. »Agronomski glasnik«, broj 5/6, Zagreb.
- MILOŠEVIĆ Lj. (1959): Uticaj mineralnih đubriva na prinos i botanički sastav livada u Metohiji. »Arhiv za poljoprivredne nauke«, broj 12, Beograd.
- MUNK H. i BÄRMANN C. (1970): Die Nährstoffwirkung weicherdiger Rohphosphate auf Mineralböden unter dem Einfluss Verschiedener Standortfaktoren. »Die Phosphorsäure«, Folge 2/Essen.
- OBERDORFER E. (1962): Pflanzensoziologische Exkursionflora für Süddeutschland. Stuttgart.
- STOCKER K. i GERICKE S. (1967): Wirkung langjährigen Phosphatdüngung auf Acker und Grünland. »Die Phosphorsäure«, Folge 3/6, Essen.
- STROBEL G. (1961): Wirkungen der Phosphat düngung auf der Wiese in einem 30-jährigen Düngungsversuch. »Die Phosphorsäure«, Folge 1/2, Essen.
- ŠOŠTARIĆ-PISAČIĆ K. (1938): Popravak prirodne livade u Kalinovici. Izveštaj o radu poljoprivrednih oglednih i kontrolnih stanica III, Beograd.

- ŠOŠTARIĆ-PISAČIĆ K. (1954): Utjecaj gnojenja na botanički sastav i produktivnost zasijane livade. I Kongres biologa Jugoslavije, Beograd.
- ŠOŠTARIĆ-PISAČIĆ K. et al. (1965): Reakcija različitih tipova livada na intenzitet fertilizacije u petogodišnjim istraživanjima (1959—1967). Studija, Zagreb.
- ŠOŠTARIĆ-PISAČIĆ K. i KOVAČEVIĆ J. (1968): Travnjačka flora i njena poljoprivredna vrijednost. Zagreb.
- TURINA B. (1948): Livade — pašnjaci. Zagreb.
- TURK J. (1911): Bericht über die Tätigkeit der Landwchemischen Versuchstation für Krain in Laibach. Ljubljana.
- WAGNER P. (1921): Die Düngung der Wiesen. DLG-Verlag Band 308, Berlin.
- WITT M. (1971): Einfluss steigender Gaben an Phosphat und Kali auf die Heuertrag von Wiesen. »Kali-Breife«, Hannover.
- ZÜRN F. (1957): Zwölfjährige Wecheldüngungs versuche auf Dauerwiesen. »Die Bodenkultur«, B. 7, Wien.
- *** (1967): Vodič za ekskurzije. III kongres Jug. društva za proučavanje zemljišta, Zadar.