

Inž. Anđelko Butorac,  
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

## O PROBLEMIMA MINERALNE GNOJIDBE LUCERNE NA PSEUDOGLEJU (Contribution to the Problem of Mineral Fertilizing of Alfalfa on Pseudogley)

### UVOD

Lucerna kao rijetko koja kultura ima velike zahtjeve u pogledu tla i bezuvjetno traži da njezino korijenje može prodirati u dubinu bez zapreka. Za uzgoj lucerne nepodesna su kisela, hranivima siromašna tla. Najbolja su za lucernu srednje-teška tla opskrbljena kalcijem, koja u isto vrijeme imaju visoki sadržaj fosfora i kalija. Prema J. L. Boltonu (1962.) tla, čiji je pH niži od 6,5 suviše su kisela i potrebno im je dodavati vapno za uspješni uzgoj lucerne. Kako ističe F. Zürn (1963.), lucerna ima naročito velike zahtjeve na stanište, uzgoj, gnojidbu i način iskorištavanja. Njoj najbolje odgovaraju lagana i srednje-teška tla sa dovoljno vapna. Teška tla nepovoljnih fizikalnih osobina, u prvom redu tla s lošim vodnozračnim odnosima, ne odgovaraju za uzgoj lucerne bez prethodnih meliorativnih zahvata. W. Bergman (1961.) tvrdi, da lucerna uspijeva skoro na svim tlima, ako je tlo donekle duboko i bez stagnirajućih voda. M. O. Pence iznosi, da je lucerna najbolje prilagođena plodnim tlima koja su bogata organskim tvarima. Dobro drenirana, prozračna, rahla, ilovasta ili pjeskovito-ilovasta tla najbolja su za lucernu. S ovim, uglavnom istovjetnim mišljenjima, podudara se i mišljenje L. B. Dietricka (1961.), koji smatra da za lucernu treba odabrati duboko, prozračno tlo koje ima pH 6,5 ili više uz primjenu visokih doza gnojiva. Interesantno je mišljenje J. C. Hacklemana (1956.) da lucerni kao višegodišnjoj kulturi s jako razvijenim korijenovim sistemom u prvom redu odgovaraju jako prozračna, plodna tla, a nikako kisela i slabo procjedna tla. Na lošim tlima prinos lucerne je vrlo nizak i usjev kratkog vijeka da se opravda uzgoj lucerne na njima. Najveća opasnost za lucernu je zdravica, koja je malo ili vrlo malo propusna. Isti autor, dalje, smatra, da je propusnost tla teško ispraviti, ali plodnost može biti povećana primjenom velikih količina kalcija, fosfora i kalija.

Kako je iz uvodnih razmatranja vidljivo, mišljenja ovih i brojnih drugih autora se uglavnom slažu, da su za uspješan uzgoj lucerne najbolja tla u prvom redu povoljnih fizikalnih i kemijskih osobina. Pitanje uzgoja lucerne na teškim tlima manje se spominje u literaturi. U Njemačkoj su se ovim problemom bavili F. Zürn i H. Rid (1962.) i F. Zürn (1963.), a kod nas J. Korošec (1964.) i M. Stanojević (1963.). Imajući u vidu, da se na području Hrvatske pod pseudoglejom nalazi veliki dio površina i važnost lucerne kao krmne kulture, u našim ispitivanjima smo pošli od činjenice, da je uz određene agrotehničke zahvate moguće prići uvođenju lucerne na pseudogleju, i da kao klimaks melioracije pseudogleja treba upravo smatrati uvođenje lucerne. Naime, dosadašnja ispitivanja pseudogleja (V. Mihalić i A. Butorac, 1964.) su pokazala, da su ova tla niske produktivnosti u prvom redu zbog loših vodnozračnih prilika, a tek na drugom mjestu zbog nedostatka biljnih hraniva i plitkog fizi-

ološki aktivnog profila. U cilju rješavanja ovog problema postavljeni su vegetacijski i poljski pokusi. Poljski pokusi mogu tek dati potpuni odgovor na ova pitanja, dok se, kao što je i razumljivo, vegetacijskim pokusima može dobiti jedino odgovor da li pseudoglej kao supstrat odgovara za uzgoj lucerne i u kojoj mjeri različita gnojidba djeluje na prinos. Iznosimo neke rezultate pokusa u vegetacijskim posudama.

#### METODIKA POKUSA

Pokus je postavljen po blok-metodi u 5 repeticija. U pokus su između ostalog uključene slijedeće kombinacije gnojidbe:

- I
  - II D
  - III D N P K
  - IV D N P K B
  - V D N P K Mo
  - VI P K Mo
  - VII D N P K B Mo
- (D = dolomitni vapnenac)

Za pokus su upotrebljene Mitcherlichove posude (40 cm dubine). Sjetva je obavljena 26. travnja 1963. godine. Prije sjetve je izvršena inokulacija sjemena cjepivom *Rhizobium meliloti*. Također su izvršene kemijske i fizikalne analize tla, i analize biljnog materijala uobičajenim metodama.

#### PEDOLOŠKI PODACI

Po sistematskoj pripadnosti tlo upotrebljeno za punjenje lonaca je pseudoglej, lokaliteta Božjakovina, koji pripada regiji diluvijalnih izluženih sedimentata, ravnjenih mezo-uzvisina s procesom površinskog oglejavanja i formiranim zbitim B<sub>g</sub> horizontom. Na cijelom horizontu je negativna reakcija na CaCO<sub>3</sub>. Cijedna voda se zadržava u slabo propusnom B<sub>g</sub> horizontu gdje se vrši oglejavanje i procesi redukcije.

Po mehaničkom sastavu mekota je glinasta ilovača, a niži slojevi ilovasta glina. U površinskim slojevima prema zdravici, makroagregati su nestabilni, a dublje u tlu malo stabilni. Gornji slojevi tla su porozni, a sa dubinom poroznost se smanjuje. Apsolutni kapacitet za vodu je osrednji, a kapacitet tla za zrak vrlo nizak.

U pogledu kemijskih osobina ovo tlo također ne zadovoljava. To se najbolje vidi iz podataka u tabeli 1.

Table 2 — Kemijske osobine tla, Chemical Properties of Soil

Dubina tla Depth of soil cm	Ukupni Total N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	pH			
		mg/100 g tla mg/100 g of soil		H <sub>2</sub> O	KCl	Humus %	CaCO <sub>3</sub> %
0 — 50	0,16	10,5	7,1	6,4	5,2	1,95	0,16

U pogledu sadržaja ukupnog dušika ovo tlo spada u grupu umjerenih do dobro opskrbljenih tala, ali u pogledu sadržaja fiziološki aktivnog fosfora i kalija pripada uglavnom trećoj klasi prema Al metodi Riehma. Što se tiče reakcije tla spada u grupu kiselih do slabo kiselih tala. Prema sadržaju humusa tlo je slabo humozno.

#### GNOJIDBA

Za planiranje gnojidbe uzet je prinos od 120 mtc/ha sijena. Obzirom da je izvršena inokulacija sjemena lucerne prije sjetve, upotrebljena je samo manja količina vapnenoamonijске salitre, jer je po nekim autorima (W. Bergmann, 1961. i dr.) potrebno da prođu oko 3 mjeseca za potpuni razvoj kvržičnih bakterija, dok ne otpočne fiksacija atmosferskog dušika. [U vezi ovih pitanja danas vladaju različita mišljenja. Neki autori (Vojnović, 1964.) smatraju da je inokulacija potrebna onda, kada se leguminoze siju na siromašnim tlima nepovoljnih osobina u kojima brzo propadaju kvržične bakterije. To se prvenstveno odnosi na podzolirana tla]. Od fosfornih gnojiva upotrebljen je superfosfat, od kalijevih 40% kalijeva sol. Bor je primijenjen u obliku boraksa, a molibden u obliku natrijevog molibdata. Poznato je da je lucerna veliki potrošač kalcija i u našim pokusima smo primijenili relativno visoku dozu dolomitnog vapnenca. Primjenom dolomitnog vapnenca osigurane su dovoljne količine magnezija, koji bi u protivnom slučaju mogao biti potisnut zbog obilate gnojidbe kalijem, a djelomično i kalcijem. Veće količine fosfornih i kalijevih gnojiva upotrebljene su zato što dolazi do inaktivacije hraniva u tlu, kao i zbog toga, što je lucerna veliki potrošač fosfora i kalija. Za punjenje vegetacijskih posuda uzeto je tlo do dubine od 50 cm. Analize su pokazale da se u dubljim slojevima rapidno smanjuje sadržaj humusa i fiziološki aktivnih hraniva, pa treba računati da je nakon miješanja površinskih i dubljih slojeva opskrbljenost ovim hranivima znatno smanjena. Količine čistih hraniva preračunate na površinu od 1 ha kreću se ovako\*).

dušik	20 kg
fosfor	256 kg
kalij	280 kg
boraks	25 kg
natrijev molibdat	1 kg
kalcij	2100 kg
magnezij	1400 kg

U pogledu načina primjene gnojiva ona su djelomično izmiješana sa cijelom količinom tla i pijeska, a ostatak je dodan neposredno u sjetveni sloj, da bi hraniva odmah nakon nicanja bila pristupačna biljkama. Nekoliko dana poslije nicanja izvršeno je prorjeđivanje na 20 biljaka po vegetacijskoj posudi.

\*) Bor i molibden izraženi su u obliku odgovarajućih soli.

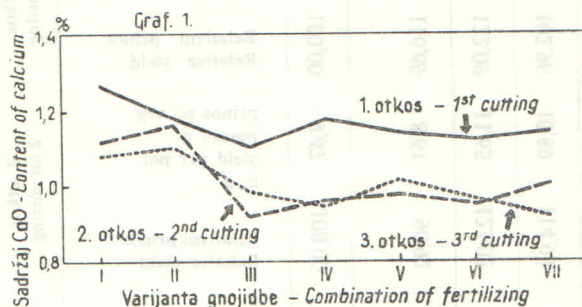
## RADOVI NA POKUSU I OPAŽANJA TOKOM VEGETACIJE LUCERNE

Poslije sjetve lucerne u vegetacijskim posudama je stalno održavano stanje optimalne vlažnosti tla, tako da je nicanje uslijedilo već četvrtog dana s približno istim intenzitetom za sve kombinacije. Ubrzo iza toga pale su obilne kiše pljuskovitog karaktera uslijeg čega je došlo do jačeg slijeganja tla. Po-teškoće za normalni razvoj lucerne javile su se i zbog napada *Tetranychus althaeae*. Tek iza toga otpočeo je brz i intenzivan razvoj lucerne. Nivo vlažnosti tla stalno je održavan na optimalnoj razini. Odmah u početku zapažene su razlike u porastu između pojedinih tretiranja u korist onih kombinacija gdje je primijenjena kompleksna gnojidba, pogotovo tamo gdje su primijenjene veće doze kalija. Kod prve dvije kombinacije — prirodno stanje tla i kombinacija sa dolomitom — pojavili su se odmah u početku znakovi nedostatka kalija, tj. bijele mrlje na rubovima lišća («white spot»), a nešto kasnije i kod kombinacije u kojoj su primijenjeni dolomit, dušik, fosfor i kalij. Krajem mjeseca lipnja pojavili su se cvjetni pupovi ili su biljke već počele cvjetati, a iz korijenovog vrata počeli su izbijati novi izdanci. Rezanje biljaka izvršeno je 5. srpnja. Poslije toga je nastupila intenzivna regeneracija biljaka. Napad lisnih ušiju suzbijen je prskanjem rogorom. Poslije prvog rezanja vegetativni i generativni razvoj odvijao se neobično brzo, tako da je uskoro nastupila cvatnja. Razlog ovoj pojavi treba tražiti u specifičnim mikroklimatskim uvjetima koji vladaju u stakleniku. Drugo rezanje je izvršeno 14. kolovoza dok su biljke ojačale i jače razvile korijenov sistem. Fenološki se ono poklapa s prelazom prema punoj cvatnji. Nakon drugog rezanja sve se više vizuelno uočavaju razlike između pojedinih kombinacija u pogledu bujnosti i visine porasta. Bilo je ponovno potrebno poduzeti prskanje protiv lisnih ušiju, a ovaj puta još i protiv pepelnice. I kod ovog porasta na istim kombinacijama pojavili su se znakovi nedostatka kalija. Početkom druge dekade rujna pojavili su se cvjetni pupovi i cvjetovi, a već početkom treće nastupila je puna cvatnja. Treće rezanje izvršeno je 27. rujna. Nastupom hladnijih dana ritam rasta je znatno usporen u uspoređenju s prethodnim. Neke kombinacije pokusa pretrpjele su oštećenja zbog napada gusjenica *Agrotis canderalum*. Suzbijanje je izvršeno otopinom aldrina. Ponovno su se izdiferencirale razlike u porastu između pojedinih kombinacija u skladu s ranijim opažanjima, iako se značajniji porast nije više očekivao. Međutim, izvanredno povoljne vremenske prilike pogodovale su daljnjem razvoju lucerne, te je 3. prosinca izvršeno četvrto rezanje lucerne, premda je dobiven minimalni prinos.

### DOBIVENI REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati pokusa izraženi u prinosu sijena obrađeni su varijaciono-statistički pomoću analize varijance. Zasebno su obrađeni prinosi dobiveni nakon svakog rezanja, kao i cjelokupni prinos tokom godine. Ovi rezultati su prikazani u tabeli 2.

Analizirajući dobivene rezultate u vegetacijskim posudama dolazimo do zaključka da smo onog časa, kada je uklonjena barijera nepovoljnih fizikalnih osobina tla sitnjenjem tla i miješanjem s pijeskom, u stanju da prilagodimo kemijske osobine tla zahtjevima biljke i da pseudoglej tada postaje povoljno stanište za uzgoj lucerne, te da je glavni i osnovni razlog propadanja lucerne na pseudogleju nepovoljan vodni i zračni režim tla, a ne njegove kemijske osobine i stupanj plodnosti. Nakon fizičke popravke pseudogleja ne postoje nikakve zapreke na putu njegovog pretvaranja u kulturno, visokoproduktivno tlo. To nam očito govore dobiveni rezultati, koji mogu poslužiti kao realan pokazatelj na putu traženja adekvatnih mjera melioracije pseudogleja. Već se na prvi pogled iz podataka u tabeli 2 vidi da bilo kakvo dopunsko tretiranje prirodnog stanja tla vodi povišenju prinosa lucerne, izuzevši tretiranja dolomitnim vapnencem, koji primijenjen sam za sebe djeluje depresivno na prinos. Situacija se iz temelja mijenja, ako se uz dolomit primjenjuju NPK gnojiva. Ako se kao osnova uzme ukupni prinos na netretiranom tlu kao 100, prinos kod kompletne mineralne gnojidbe iznosi 131,95. Primjenjuje li se uz ove osnovne elemente u ishrani lucerne još i bor, dolazi do smanjenja



Graf. 1 — Kretanje sadržaja kalcija u lucerni zavisno od varijante gnojidbe u različitim otkosima.  
Variations in Calcium Content of Alfalfa Depending on the Combination of Fertilizing at Different Cuttings.

prinosa (relativni prinos 114,22). Ova je pojava sigurno u suprotnosti s ulogom koju igra bor u ishrani lucerne. Može se eventualno pretpostaviti da je ovdje došlo do izvjesnog toksičnog djelovanja bora obzirom na uski odnos korisne i toksične koncentracije bora u tlu. U novije vrijeme je ustanovljeno da kalcifikacija, odnosno kalcij, prevodi bor tla u manje pristupačne spojeve. Smatra se da je bor mikroelement koji najviše limitira uzgoj lucerne. Kod varijante u kojoj je uz osnovnu gnojidbu dolomitnim vapnencem i NPK gnojivima primijenjen natrijev molibdat dolazi do znatnog povišenja prinosa u odnosu na varijantu u kojoj je primijenjen bor (relativni prinos 131,85). Izo- stane li primjena dolomitnog vapnenca i dušika, te se uz PK gnojiva primjenjuje samo molibden, u prvoj godini uzgoja se postižu zadovoljavajući rezultati. Naročiti značaj ima primjena molibdena na kiselim tlama. Kompleksna gnojidba u kojoj su pored dolomitnog vapnenca i NPK gnojiva primijenjeni bor i molibden, osigurala je prinose na nivou maksimalnih u ovom pokusu. Posebno je pitanje ne samo efikasnost pojedine kategorije gnojidbe u prvoj godini, već i daljnje višegodišnje pozitivno djelovanje na prinose i vijek trajanja lucerne.

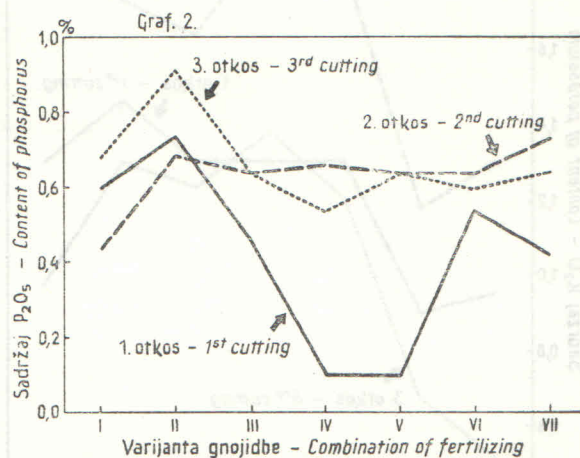
Table 2

Ujecaaj različite gnojidbe na prinos lucerne u 1963. godini  
Effect of different kinds of fertilizing on the yield of alfalfa in 1963.

Redni broj Serial number of Combination	Kombinacija gnojidbe Combination of fertilizing	1. otkos 1 st cutting				2. otkos 2 nd cutting				3. otkos 3 rd cutting				4. otkos 4 th cutting				Ukupni prinos Total yield	
		prinos po veg. posudi g yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield	prinos po veg. posudi g. yield per pot in g	Relativni prinos Relative yield		
1.	Ø (check)	5,75	100,00	9,47	100,00	13,31	100,00	1,16	100,00	29,69	100,00	29,69	100,00	29,69	100,00	29,69	100,00		
2.	(Dolomit. vapn. D (Dolomitic limestone)	6,71	116,69	8,61	90,92	13,16	98,87	1,14	98,27	28,02	94,44	28,02	94,44	28,02	94,44	28,02	94,44		
3.	D N P K	7,02	122,09	11,65	123,02	17,54	131,78	2,94	253,45	39,15	131,95	39,15	131,95	39,15	131,95	39,15	131,95		
4.	D N P K B	5,92	102,96	10,89	114,99	14,70	110,44	2,38	205,17	33,89	114,22	33,89	114,22	33,89	114,22	33,89	114,22		
5.	D N P K Mo	6,88	119,65	11,43	120,70	17,83	133,96	2,98	256,90	39,12	131,85	39,12	131,85	39,12	131,85	39,12	131,85		
6.	P K Mo	7,13	124,00	10,83	114,36	16,47	123,74	2,66	229,31	37,09	125,01	37,09	125,01	37,09	125,01	37,09	125,01		
7.	D N P K B Mo	7,19	125,04	11,61	122,58	16,79	126,14	3,24	279,31	38,83	130,87	38,83	130,87	38,83	130,87	38,83	130,87		

Prema našim analizama kretanje sadržaja kalcija, fosfora, kalija, surovih proteina i suhe tvari u zavisnosti od gnojidbe prikazano je u grafikonima 1, 2, 3, 4 i 5. Promjene koje se javljaju treba gledati u zavisnosti o stadiju razvoja lucerne i kategoriji gnojidbe. Bez obzira kakva je gnojidba izvršena najviši prinos suhe tvari i kalija dobiven je u drugom rezanju lucerne, dok je sadržaj fosfora bio najviši u trećem, a kalcija u prvom rezanju. Čini se, da na promjene sadržaja mineralnih tvari u lucerni mnogo više utječe vrijeme košnje od karaktera gnojidbe.

U pogledu sadržaja pojedinih elemenata u lucerni, mogli bismo reći da postavljena gnojidba zadovoljava. Brojni autori navode da je zajednička osobina lucerne sa drugim leguminozama što je relativno bogata kalcijem. Prosječni sadržaj u sijenu lucerne iznosi 1,64% s kolebanjima od 0,15 do 2,99% (J. Bolton, 1962.). U našem pokusu sadržaj kalcija se kretao od 0,92 do 1,26% (graf. 1). Na tlima, gdje se uzgaja lucerna, kalcij je važan ne samo kao regulator reakcije tla već i zbog velikih zahtjeva lucerne za kalcijem. Na kiselim

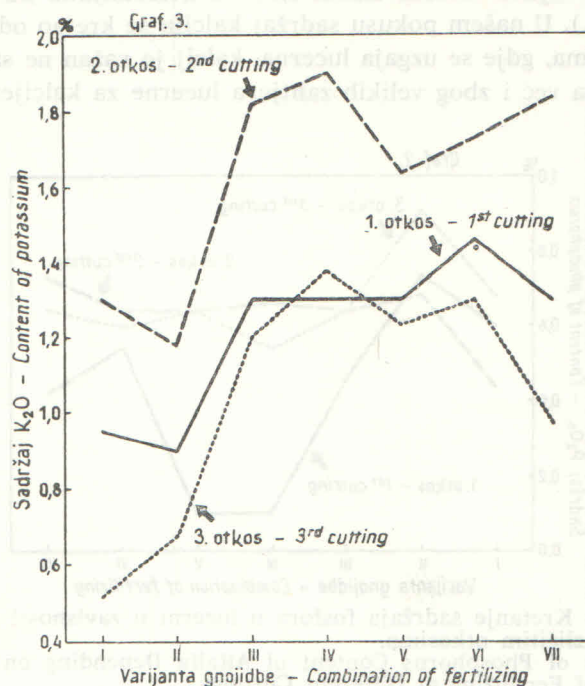


Graf. 2 — Kretanje sadržaja fosfora u lucerni u zavisnosti od varijante gnojidbe u različitim otkosima.  
Variations of Phosphorus Content of Alfalfa Depending on the Combination of Fertilizing at Different Cuttings.

tlima smanjeno je usvajanje kalcija. Prekomjerna kalcifikacija može smanjiti usvajanje magnezija, fosfora, bora i željeza. Značaj kalcija sastoji se u tome što povećava iskorištenje molibdena. Primjenom vapna povećava se produktivnost i životni vijek lucerne. Kalcifikacija je značajna na kiselim tlima zbog mobilizacija rezervi dušika iz tla, ali također povećava korištenje dušika iz nitratnih gnojiva, što znači da vapno ne samo da mijenja tlo već također utječe na povećanje kapaciteta ishrane biljaka. O svrsishodnosti kalcifikacije danas vladaju različita mišljenja. Neki autori smatraju da u slučaju vrlo kiselih tala mineralna gnojiva bez vapna ne djeluju značajnije na prinos. Čak štoviše, vlada mišljenje da materijali za kalcifikaciju bez primjene mineral-

nih gnojiva povisuju prinos. Naši pokusi pokazali su suprotno. Lucerna je kao rijetko koja kultura u stanju da svojim korijenjem prodire duboko u tlo i da na taj način koristi veliku masu tla.

U pogledu sadržaja fosfora češće dolazi do deficita ovog elementa. Prosječni nivo fosfora u sijenu lucerne kreće se oko 0,26% s kolebanjima od 0,01 do 0,97%. Gnojidbom se značajno može utjecati na sadržaj fosfora u lucerni i lucerna je jedna od onih kultura koje osjetno reagiraju na dodavanje fosfor-nih gnojiva. Larson i dr. (1950.) primijenili su npr. 240 funti po akru  $P_2O_5$  za lucernu i dobili su prosječni porast fosfora od 0,17 na 0,26% u suhoj tvari. Iako je naše tlo prije gnojidbe fosfor-nim gnojivima bilo siromašno fiziološki aktivnim fosforom, uspjeli smo nakon obilnije fosfatne gnojidbe znatno povi-siti sadržaj fosfora u prosjeku 0,6 do 0,7% s kolebanjima od 0,10 do 0,91%



Graf. 3 — Kretanje sadržaja kalija u lucerni u zavisnosti od varijante gnojidbe u različitim otkosima.

Variations in Pottassium Content of Alfalfa Depending on the Combination of Fertilizing at Different Cuttings.

(graf. 2). Kalcij ima osobiti utjecaj na to kako lucerna usvaja fosfor. Pokusi, koji su provedeni na Havajima (L. Fox, 1964.), uspjelo je povisiti sadržaj fosfora od 12 ppm usvojenog iz gnojiva na vrlo kiselim tlima (pH 3,8) na 2100 ppm kada je lucerna uzgajana na istom tlu, kojem je pH povišen na 4,8 primjenom kalcifikacije. U našim pokusima sadržaj fosfora je ostao vrlo nizak u četvrtoj i petoj varijanti pokusa samo u prvom otkosu, dok je u kasnijim otkosima na nivou ostalih varijanti. Porast sadržaja fosfora u varijanti sa dolomitom može se objasniti pozitivnim djelovanjem kalcija.



Prosječni sadržaj kalija u lucerni iznosi 1,77% od suhe tvari s kolebanjima od 0,22 do 3,37, (Bolton, 1962.). U našem pokusu sadržaj kalija u suhoj tvari se kretao od 0,52 do 1,90% (graf. 3). Umjerena deficijencija kalija može biti vidljiva na starijim listovima kod lucerne i napreduje s porastom. Simptomi su vidljivi tokom cijele vegetacije, ali mogu iščeznuti kada je rast usporen. U humidnim predjelima kalij može biti prvi elemenat koji će limitirati proizvodnju. U našim pokusima i pored obilne gnojidbe kalijem i uz relativno visok sadržaj u samoj lucerni na nekim varijantama su se pojavili simptomi nedostatka kalija. Objašnjenje ovoj pojavi treba tražiti u velikim zahtjevima lucerne za kalijem. Smatra se (A. Jacob) da je kalij posebno važan za održanje produktivnosti lucerne i da treba respektirati P/K odnos od 1:2 do 1:3. Iako kod obilne gnojidbe kalijem dolazi do smanjenja sadržaja proteina za 2—3%, ukupni se prinos proteina, zbog povećanog prinosa, povisuje po jedinici površine. Neki su istraživači, kao Peeck i Bradfield (cit. po Millaru, 1955.), došli do zaključka da tlo u kojem ima vapna može fiksirati znatne količine kalija. Mac Intyre (cit. po Millaru, 1955.) se ne slaže s ovakvim objašnjenjem i pokusima provedenim u lizimetrima (Tennessee) utvrdio je veći gubitak kalija iz nevapnjenog tla u uspoređenju s tlom kojem je dodana jaka doza vapna. Svi autori se slažu, međutim, da je lucerna veliki potrošač kalija. Bear i Wallace (cit. po Boltonu, 1962.) su našli npr. da je lucerna u istočnim dijelovima USA za tri otkosa trebala oko 180 funti K<sub>2</sub>O po akru godišnje, kako bi se spriječio razvoj simptoma nedostatka kalija. U našim je pokusima najveći sadržaj dobiven u drugom otkosu bez obzira na varijantu gnojidbe. U tom opet otkosu najveći sadržaj je dobiven kod varijante IV (1,90%). Značajno je npr. što je došlo do smanjenja sadržaja kalija u lucerni kod druge varijante (primijenjen bez ikakve dodatne gnojidbe).

Dolomitni vapnenac upotrebljen za pokuse sadržao je 30% CAO i 20% MgO. W. Bergmann (1961.) smatra da potrebe lucerne za magnezijem mogu biti zadovoljene primjenom 200—300 kg magnezijevog sulfata po hektaru. U našim pokusima nismo istražili sadržaj magnezija u lucerni, ali prema literarnim izvorima lucerna u prosjeku sadrži 0,32% magnezija s kolebanjima od 0,03 do 0,84%. Pretpostavljamo da je nakon meliorativne doze dolomitnog vapnenca lucerna bila opskrbljena magnezijem, a isto tako da nije došlo do debalansa magnezija zbog obilne gnojidbe kalijem.

Od mikroelemenata u uzgoju lucerne od posebne su važnosti bor i molibden. Lucerna reagira na nedostatak bora stvaranjem žučkastih mrlja na vrškovima listova. Do nedostatka bora u tlu dolazi u kiselim tlima zbog ispiranja i ako se vrši kalcifikacija. Ove smetnje mogu se ukloniti primjenom boraksa ili borsulfata. Bear i Wallace (cit. po Boltonu, 1962.) iznose da je 0,35 ppm u vodi topivog bora u tlu minimalni nivo za normalan rast lucerne. Postoji vrlo uski odnos toksične i korisne koncentracije bora u tlu, ali se na osnovu pokusa, koje je izvršio Ouellette (cit. po Boltonu, 1962.), bor primijenjen u formi boraksa ne akumulira u tlu. Vapnjenjem se potencira deficit bora, ali ujedno pruža zaštitu od toksičnosti bora. Pozitivan utjecaj bora na prinos javlja se, prema nekim autorima, na kalcificiranom tlu nezavisno od toga kako djeluje samo vapno. Bor najjače ispoljava svoje djelovanje u kombinaciji s visokim dozama mineralnih gnojiva i vapna. Međutim, primjena visokih doza mineralnih gnojiva i kalcifikacija povećavaju potrebu biljaka za

borom. Pozitivno djelovanje bora na prinos lucerne dobila je E. V. Djakova. Ono se ogledalo u bržem razvitku biljaka i povećanom prinosu sjemena (Pospjelov, 1957.). Z. Borlan (1964.) smatra da do redukcije bora nakon kalcifikacije kiselih tala dolazi zbog formiranja kompleksnih spojeva borne kiseline sa željeznim i aluminijskim hidroksidom. Sadržaj bora u pepelu biljaka, smatra nadalje taj autor, znatno se smanjuje povišenjem količine vapnenca. Teorije o štetnom djelovanju vapna na ishranu biljaka borom nisu jedinstvene, jer prema nekim autorima (Popović, 1960.) kalcij gradi nerastvorive metaborate, a prema drugima bor u alkalnim uvjetima gradi s organskom tvari spojeve otporne na hidrolizu. J. Enzmann (1964.) smatra da lucerna koristi bor iz dubljih slojeva tla. Analize, koje je proveo navedeni autor u 8 različitih faza vegetacije, pokazale su da se sadržaj bora u lišću smanjuje, a u stabljici povisuje odozdo prema gore. Prema M. L. Jacksonu (1958.) sadržaj bora u lucerni se kreće od 4 do 30 ppm. Pokusima je dokazano (Pospjelov, 1957.) da se potrebe za borom na podzolastim tlima javljaju ne samo kod kalcifikacije tih tala već i kod unošenja visokih doza mineralnih gnojiva. Odatle, a i zbog pozitivnog djelovanja bora na razvoj lucerne, u našim pokusima je primjena boraksa našla svoje opravdanje, premda je u uvjetima kiselih tala pristupačnost bora relativno visoka (Millar, 1955.).

Molibden je rasprostranjen u tlima, redovito u malim količinama. Nedostatak molibdena javlja se u tlima naročito kod visokog sadržaja kalcija. Kalcij mobilizira molibden, a blokira ostale elemente. Molibden je za razliku od drugih mikroelemenata blokiran u kiselom tlu. Visoke koncentracije molibdena u tlu mogu biti toksične za biljke i životinje hranjene krmom s takvih tala.

Uloga molibdena u ishrani leguminoza je dvostruka: potrebne su relativno male količine da bi biljke mogle iskoristiti dušik, ali su potrebne mnogo veće količine da se osigura normalni razvoj kvržičnih bakterija i time intenzivna simbiotska fiksacija dušika. U uspoređenju s neleguminozama, leguminoze su veliki potrošači molibdena, nesumnjivo zato što *Rhizobium* koristi ovaj element.

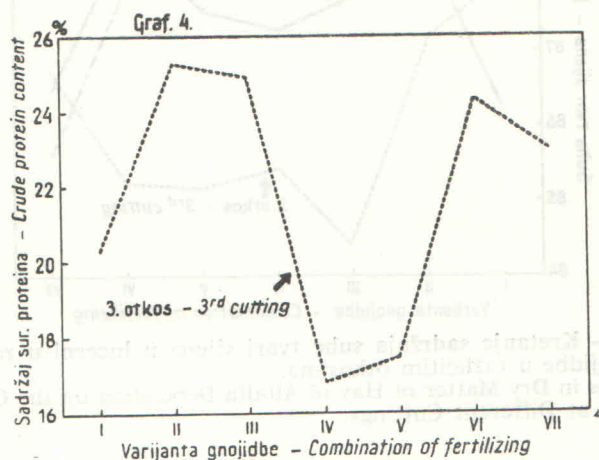
Primjenom natrijevog molibdata u našim pokusima je došlo do značajnog povišenja prinosa lucerne, u prvom redu onda kada je ovaj mikroelement primjenjivan zajedno s fosforom i kalijem bez dušika. Uzme li se prinos na negnojnom tlu kao 100, primjenom natrijevog molibdata (uz fosfor i kalij) relativni prinos iznosi 125. Do pozitivnog djelovanja molibdena došlo je i u slučaju kada je on primijenjen u kompleksnoj gnojidbi zajedno s borom. Pozitivno djelovanje molibdena na prinos i kvalitetu lucerne dobili su K. H. Müller i dr. (1964.). Povećanje sadržaja molibdena i surovih proteina u lucerni dobili su M. Anke i dr. (1960.). S ovim se podudaraju i pokusi J. Jensena (1960.), kojem je s količinom od 2 kg/ha natrijevog molibdata uspjelo podvostručiti prinos lucerne i porast sadržaja dušika. Molibden djeluje povoljno na fiksaciju dušika. Utvrđeno je da kalcifikacija i primjena molibdena daju podjednako povišenje prinosa. Zanimljivo je da unošenje dušičnih gnojiva smanjuje efikasnost unijetog molibdena i obrnuto, ako vlada nedostatak dušika reakcija biljaka na molibden je veća, što je svakako u vezi s razvojem kvržičnih bakterija. Biljke su u stanju da akumuliraju znatne količine ovog ele-

menta, ako to njegove rezerve u tlu dozvoljavaju, što se može štetno odraziti na zdravlje stoke («molibdenoza»). Sadržaj molibdena u lucerni varira između ostalog i s obzirom na godišnje doba (Millar, 1955.):

**Sadržaj molibdena u lucerni u različitim sezonama**  
**Molybdenum Content of Alfalfa at Different Seasons**

**Tabela 3**  
**Table 3**

	Sezona i promjene u sadržaju Mo, ppm Season and Variation in Mo Content, p. p. m.		
	proljeće Spring	ljetno Summer	jesen Fall
Lucerna Alfalfa	5,2 — 16,0	7,5 — 20,0	12,9 — 28,4



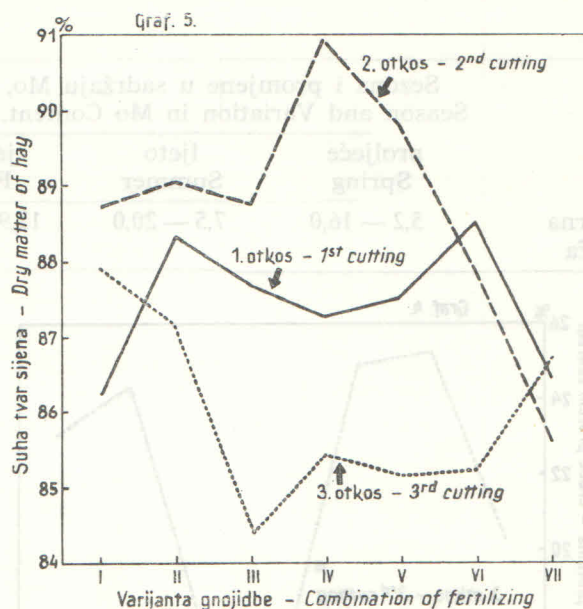
Graf. 4 — Kretanje sadržaja surovih proteina u lucerni u zavisnosti od vanjske gnojidbe u trećem otkosu.  
 Variations in Crude Protein Content of Alfalfa Depending on the Combination of Fertilizing at 3rd Cutting.

U pogledu sadržaja surovih proteina (graf. 4) postoje znatne razlike između pojedinih varijanti gnojidbe. Prema različitim autorima sadržaj surovih proteina u lucerni varira: 18,4% — Bolton, 18,2% — Zürn i Rid, prema nekima 15,9% itd. U našim su pokusima te razlike išle od 16 do 25%. Surovi proteini su važna osobina krme i polazna baza za njeno klasificiranje. Oni daju vrijednosti o ukupnim probavljivim sastojcima, jer su bjelančevine probavljivije nego mnogi ugljikohidrati. Sadržaj surovih proteina u lucerni varira uvelike ovisno o stadiju zrelosti i hranivima u tlu. Približno  $\frac{3}{4}$  ukupnih bjelančevina nalazi se u lišću.

Sadržaj suhe tvari lucerne određen je sušenjem na 105°C do konstantne težine. Tom prilikom gube se neke lakohlapive supstance i one su zastupane u sadržaju vode. Količina suhe tvari u prvom redu zavisí o vremenu košnje. Iz graf. 5 se vidi da je najveći sadržaj suhe tvari dobiven u drugom skidanju

lucerne, dok je u trećem osjetno smanjen. Prema Boltonu, sadržaj suhe tvari u sijenu lucerne iznosi 89,7%, po Zürnu i Ridu 86%. Granične vrijednosti u pogledu sadržaja suhe tvari kreću se u našim pokusima od 84 do 91%.

Dobiveni rezultati pokusa i rezultati kemijskih analiza biljnog tkiva ukazuju da je postavljena gnojidba u skladu sa zahtjevima lucerne i osobinama pseudogleja, te je veoma interesantno da se ovakva ispitivanja nastave.



Graf. 5 — Kretanje sadržaja suhe tvari sijena u lucerni u zavisnosti od varijante gnojidbe u različitim otkosima.

Variations in Dry Matter of Hay of Alfalfa Depending on the Combination of Fertilizing at Different Cuttings.

#### ZAKLJUČAK

1. Provedena jednogodišnja ispitivanja ukazuju na to da je moguće uzgajati lucernu na teškim tlima tipa pseudoglej, ako se sitnjenjem i miješanjem s pijeskom poprave nepovoljne fizikalne osobine.
2. Iako je u pogledu kemijskih osobina osnovna karakteristika pseudogleja siromaštvo biljnih hraniva, visokim dozama mineralnih gnojiva mogu se osigurati potrebne količine hraniva za uzgoj lucerne.
3. Primjena dolomitnog vapnenca imala je prvenstveno zadatak da osigura potrebne količine kalcija za uzgoj lucerne i ubrza mobilizaciju i usvajanje hraniva, u prvom redu molibdena i fosfora, te smanji kiselost tla.
4. Posebni značaj u uzgoju lucerne na kiselim tlima dan je boru i molibdenu. Pozitivno djelovanje bora dolazi do izražaja na kiselim tlima, ako se vrši kalcifikacija, i kad se primjenjuju visoke doze mineralnih gnojiva. Pozitivno djelovanje molibdena ogleda se u povišenju sadržaja surovih proteina i smanjuju se potrebe za kalcifikacijom. Daljnjim istraživanjima treba utvrditi da li u uzgoju lucerne kalcifikacija na ovim tlima, ako se primjenjuje molibden, može biti izostavljena.

5. Primjenom velikih doza mineralnih gnojiva značajno se povećao sadržaj P, K i N odnosno surovih proteina u biljnom tkivu.

U uzgoju lucerne na pseudogleju ostaje još mnogo neriješenih pitanja, na koja treba dati odgovor provođenjem višegodišnjih poljskih i vegetacij-skih pokusa.

## CONTRIBUTION TO THE PROBLEM OF MINERAL FERTILIZING OF ALFALFA ON PSEUDOGLEJ

### Summary

It is well known that the most suitable soils for growing alfalfa are medium heavy soils, rich in phosphorus and potassium. The soils with pH below 6,5 are too acid and therefore it is necessary to apply lime. According to the opinion of some group of scientists alfalfa can be grown only on such the soils which are deep and without stagnat water. However, the prevalent opinion is that the subsoil is the main factor limiting the growth of alfalfa, especially if the subsoil has ad permeability. Although some difficulty is met with in improving soil permeability and air and water holding capacity, the soil fertility can be increased by using heavy doses of calcium, phosphorus and potassium.

A large area of Croatia is under pseudoglej and from our scientific and practical view it is of great interest to investigate the feasibility of introducing alfalfa on pseudoglej. With this purpose pot experiments were laid down in 1963. in the greenhouse. The intention was to explore if pseudoglej is suitable for growing alfalfa and in what manner the various kinds of fertilization influence the yield.

The experiment was laid down in five replications of fertilization. We determined the physical and the chemical properties of the soil as it was taken from the field. The chemical analyses of the plant material were also done for the elements as shown in the graphs.

The chemical properties of the soil are seen from the table 1. From these date we can conclude that pseudoglej is very poor in the available plants nutrients.

The amounts of major nutritients (expressed in pure form) and other material on the basis of one hectar are as follows: nitrogen 20 kg, phosphorus 256 kg, potassium 280 kg, borax 25 kg, sodium molibdate 1 kg and dolomitic limestone 7000 kg.

The results of pot experiment expressed in the yield of hay are calculated by analysis of variance as it is shown in the table 2.

By analysing the results obtained it is possible to conclude that when the barrier of the poor physical properties of the soil is removed by mixing the soil and the sand there is a possibility to adjust the chemical properties of the soil to the requirements of the plants and pseudoglej can become a good substratum for growing alfalfa. According to our opinion the main and basic reason for alfalfa failure on pseudoglej is not its chemical properties and the degree of fertility but primarily the unsuitable air and water regime.

Dolomitic limestone applied by itself effected unfavourable on the yield but complete mineral fertilizing increased the yield significantly. Boron influenced the yield below expectation. This may be due to application of high doses of lime. Especially positive effect in increasing the yield was obtained by application of sodium molybdate.

The combination of fertilizing in which only molybdenum was applied with phosphorus and potassium gave very satisfactory results in the first year.

The complete fertilization inclusive of dolomitic limestone, NPK fertilizers as well as boron and molybdenum produced the yield on the same level as the maximum one obtained with NPK and dolomitic limestone.

On the basis of analyses the content of calcium, phosphorus, potassium, crude protein and dry matter in relation to fertilizing are given in the graphs 1, 2, 3, 4 and 5. The differences which appear are dependent upon the phases of growth of alfalfa and the kinds of fertilization.

We are very satisfied with the results obtained. By applying the high doses of fertilizers there occurred an increase of the above-mentioned nutrients in the plant material although the soil in its initial natural condition showed a lack of plant nutrients.

These investigations show that it is possible to grow alfalfa on pseudogley if its unsuitable physical properties are improved. (In the case of pot experiment it was done by mixing soil and sand). Though pseudogley is poor in available plant nutrients by applying the high doses of mineral fertilizers the necessity of nutrients for growing alfalfa can be ensured. The main role of liming is to ensure the alfalfa its requirement of calcium in the first place, and to increase the mobilization and uptake of nutrients, primarily of molybdenum and phosphorus.

Also there occurred a positive effect of boron and molybdenum in increasing the yield of alfalfa.

The results obtained in this experiment and the chemical analyses of the plant material showed that in general the fertilization we followed satisfies the alfalfa requirements and agrees with the properties of pseudogley. It is of the great scientific value to keep on the investigations on the same lines.

#### LITERATURA

1. Anke M.: Molybdenum deficiency of lucerne in Thuringia, »Soils and Fertilizers«, august 1961.
2. Anke M. i dr.: Molybdenum deficiency in lucerne, red clover Swedish clover »Soils and Fertilizers«, oktobar 1960.
3. Ahlrichs L. E., Hanson R. G., Mac Gregor, J. M.: Molybdenum effect on alfalfa grown on thirteen Minnesota Soils in the greenhouse, »Soils and Fertilizers«, april 1964.
4. Bergman W.: Die Düngung der Lucerne, Die Phosphorsäure, Band 21, Jena 1961.
5. Bolton J. L.: Alfalfa, botany, cultivation and utilization, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
6. Borlan Z.: The behaviour of water soluble boron in lime soils, »VIIIth Inter. Cong. of Soils Sci«, Bucharest, 1964.

7. Čížek J.: Proizvodnja lucerne (rukopis), Zagreb, 1963.
8. Dragheti A.: Il medicaio come coltura di grande rinnovo, separat, »Genetica Agraria, vol. IX«, Pavia, 1957.
9. Dietrich L. B.: Certified Alfalfa the Profit Factor in Livestock Farming, Blacksburg, 1961.
10. Enzmann J.: Investigations into the critical boron content of lucerne, »VIII<sup>th</sup> Intern. Cong. of Soil Sci«, Bucharest, 1964.
11. Filipovski G., Ćirić M.: Zemljišta Jugoslavije, Beograd 1963.
12. Fox R. L.: Phosphorus and aluminium uptake by several plant species from variously limed Hawaiian latosols, »VIII<sup>th</sup> Intern. Cong. of Soil Sci.«, Bucharest, 1964.
13. Hackleman J. C.: Alfalfa, Urbana, Illinois, mart 1956.
14. Jackson, M. L.: »Soil Chemical Analysis«, Madison, Wisconsin, 1958.
15. Jacob. A.: Fertilizer Use, Hannover.
16. Jensen J.: Pot experiments with molybdenum, »Soils and Fertilizers«, april 1960.
17. Kedrov-Zihman O. K.: Izvjestkovanje počv i primjenjenje mikroelemen-tov, Moskva, 1957.
18. Kline H. C.: Molybdenum and lime treatment of acid soils, J. of »Soils and Water Conservation«, Vol. 10, broj 2, 1955.
19. Korošec J.: Pridelovanje lucerne v naravno manj ugodnih razmerah, »Kmetijstvo in Gozdarstvo«, Ljubljana.
20. Mihalić V.: Štetne promjene biljnih hraniva u tlu, »Agr. glasnik« 4/1962, Zagreb.
21. Mihalić V., Butorac A.: Influence of the depth of ploughing and of mi-neral fertilizer doses on some physical and chemical properties of the parapodzol and brown lessive soil on loess, »VIII<sup>th</sup> Intern. Cong. of Soil Sci.«, Bucharest, 1964.
22. Millar C. E.: Soil Fertility, New York, 1955.
23. Müller K. H. i dr.: Molybdänversorgung der Thüringer Böden und der Einflusseiner Molybdändüngung auf Ertrag, Rohprotein — und Mineralstoffgehalt won Luzerne, Berlin, 1964. (Albrecht Thaer Archiv, 8 Band, Heft 4/5).
24. Pence M. O.: Essentials for Growing alfalfa, »Lafajette«, Indiana.
25. Popović Ž.: Kalcifikacija i đubrenje, Beograd, 1960.
26. Pospjelov I. A.: Bornie udobrenija na podzolistih počvah SSSR-a, Moskva 1957.
27. Reisenauer H. M.: Molybdenum content of alfalfa in relation to deficiency symptoms and response to molybdenum fertilization »Soil Sci.« 3/1956, Baltimore.
28. Stanojević M.: Prilog proučavanju kulture leguminoza i leguminozno-tra-vnih smeša na podzolistim zemljištima u rejonu Kruševca, »Arh. za polj. nauke«, god. XVI, sveska 52, Beograd, 1963.
29. Škorić A.,
30. Mihalić V.: Putevi melioracije pseudogleja u Hrvatskoj »Agrohemija« 7/64., Beograd.

31. Šoštarić—Pisačić K.: Mogućnosti za povećanje areala pod lucerlištima pomoću smjesa i gnojenja, »Biljna proizv.« br. 1/54., Zagreb.
32. Vojnović Ž.: Inokulacija semena mahunica »Agrohemija« 4/64., Beograd.
33. Zürn F.: Luzernebau auf schweren Böden »Der Tierzüchter«, Hanover 8/63.
34. Zürn F., Rid H.: Phlanzenbauliche und bodenkundliche Untersuchungen über Luzernebau auf Pseudogley boden — »Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau«, decembar 1962, Band 116, Heft 2, Berlin.
35. Fildes R. L.: Phosphorus and potassium uptake by several plant species from variously limed Hawaiian forests - VIII. Intern. Cong. of Soil Sci., Rochester, 1964.
36. Blackman I. C.: Illinois, Urbana, Illinois, March 1956.
37. Jackson, M. L.: »Soil Chemical Analysis«, Madison, Wisconsin, 1958.
38. Jacob, A.: Fertilizer Use, Hannover.
39. Jensen J.: Pot experiments with molybdenum, »Soils and Fertilizers«, April 1960.
40. Kedrov-Khiman O. K.: Izvestiya o pozitsionno-mikroelementnom razmeshchenii i khraneni molybdena v zemle, Moscow, 1957.
41. Kline H. C.: Molybdenum and lime treatment of acid soils. I. of »Soils and Water Conservation«, Vol. 10, Proj. 2, 1955.
42. Koršec J.: Pribolovnja izuzetno u naravnoj vodi ugodnih razmera, »Kmetstvo in Gozdarstvo«, Ljubljana.
43. Mihalić V.: Štetne promjene biljnih hraniva u tlu, »Agr. Glasnik« 4/1962, Zagreb.
44. Mihalić V., Borovac A.: Influence of the depth of ploughing and of molybdenum doses on some physical and chemical properties of the topsoil and brown ferric soil on loess, »VIII. Intern. Cong. on Soil Sci.«, Rochester, 1964.
45. Miller C. E.: Soil Fertility, New York, 1955.
46. Müller K. H.: die Molybdänversorgung der Thüringer Böden und der Einfluss der Molybdänversorgung auf Ertrag, Rohprotein- und Mineralstoffgehalt von Luzerne, Berlin, 1964. »Archiv Tierärz. Naturg. 8. Band«, Heft 4/5.
47. Pater M. O.: Essentials for Growing alfalfa, »Kmetstvo«, Ljubljana, 1962.
48. Popović A.: Karakteristika i ishrana, Beograd, 1962.
49. Pospelov I. A.: Boris udobrenija na podzemnu počvu SSSR-a, Moskva, 1957.
50. Kędziorek H. M.: Molybdenum content of alfalfa in relation to deficiency symptoms and response to molybdenum fertilization, »Soil Sci.« 3/1956, Baltimore.
51. Stanojević M.: Prilog proučavanju kulture leguminosa i leguminosno-travnih smjesa na podzemnim kamjenskim u regionu Kruševca, »Arh. za polj. nauku«, god. XVI, sv. 2, Beograd, 1961.
52. Mihalić V.: Priloge medicinske pedologije u Hrvatskoj, »Agronomski glasnik«, Beograd, 7/64.