

Dr Anđelko Butorac
Poljoprivredni fakultet Zagreb

NEKI ASPEKTI PRIMJENE KALCIJA I MOLIBDENA U UZGOJU LUCERNE NA KISELIM TLIMA

Danas je opće poznato da je jedna od direktnih koristi primjene kalcija na kiselim tlama povišenje biljkama pristupačnog molibdena u tlu, što znači da postoji određena interakcija između ova dva elementa. Postoji, međutim, mišljenje da je efikasnije primijeniti molibden direktno za popravljavanje tla nego ga oslobađati indirektno putem kalcifikacije. Postavlja se pitanje, da li se povećanje prinosa lucerne kod kalcifikacije kiselih tala dobiva prvenstveno zbog povišenja rezerve pristupačnog molibdena ili do njega dolazi pod pozitivnim utjecajem kalcija. Kolike će stvarno količine molibdena biti pristupačne biljkama zavisi o specifičnoj dinamici nekog tla, dodajući tome interakcije koje se javljaju između molibdena i sulfat-iona, antagonizam molibdena i mangana, fiksaciju molibdena adsorpcijom njegovog iona na čestice gline u tlu i vezanjem sa slobodnim željeznim oksidom itd.

Molibden je posebno značajan za biokemijske procese u biljkama. Stаницe biljaka bez molibdena ne mogu prevoditi nitrata do aminokiselina i bjelančevina. Po drugoj strani biljke lucerne na kojima nisu razvijene kvržice ne reagiraju na primjenu molibdena.

Pitanje interakcije kalcija i molibdena od posebnog je, dakle, značaja u uzgoju lucerne na kiselim tlama kao i iznalaženje mogućnosti kada i gdje, i da li uopće molibden može potpuno eliminirati potrebu za kalcifikacijom, pa će to biti predmet naših daljnjih razmatranja.

PREGLED LITERATURE

Do otkrivanja molibdena od strane HJELM-a došlo je 1782. godine, a njegovo prisustvo u biljnom materijalu DEMARCAY je utvrdio 1900. godine (cit. po YOUNGE-u i TAKAHASHI-u, 1963). BORTELS (cit. po istim autorima) je 1930. otkrio da molibden stimulira dušičnu fiksaciju Azotobacteria, a 1937. ulogu molibdena u simbiotskoj dušičnoj fiksaciji pomoću leguminoza. Prvi podaci o primjeni odnosno reagiranju lucerne na molibden potječu od istog autora iz 1941. godine.

Međutim, dok je problem kalcija u uzgoju lucerne na kiselim tlama izučavan na široj osnovi od strane brojnih istraživača, to isto se, dakle,

ne bi moglo reći za molibden, budući da su ova istraživanja novijeg datuma. Napose ovo posljednje vrijedi za istraživanja interakcije ova dva elementa u uzgoju lucerne, a to je i centralno pitanje u našim istraživanjima.

Tako npr. KLINE (1955) iznosi da je zamjenjivanje kalcifikacije molibdenom ograničeno na ona tla na kojima je prvenstveni zadatak kalcifikacije da oslobodi nepristupačni molibden. ANDERSON (1956) navodi da stupanj do kojega kalcifikacija korigira nedostatak molibdena znatno varira i zavisi o količini nepristupačnog molibdena u tlu. RUBINS (1956) to povezuje s reakcijom tla, smatrajući da »podešavanje« pH tla kalcifikacijom ostaje važna metoda u savladavanju nedostatka molibdena.

Prema DAVIES-u (1956) ukupni sadržaj molibdena ne može poslužiti kao putokaz za pristupačne rezerve, a prema EVANS-u, PURVIS-u i BEAR-u (1951) nepristupačni molibden u kiselim tlama postaje pristupačan kalcifikacijom do blizu neutralne tačke.

Signifikantno povećanje prinosa lucerne ili gotovo signifikantno zavisno o tipu tla primjenom molibdena dobili su kod visokih doza vapna FOY i BARBER (1959). DOBRICKAJA (1964) podvlači da je na jako kiselim tlama efekt od primjene molibdena mali, zbog toga što ih u prvom redu treba kalcificirati.

YOUNGE i TAKAHASHI (1953) su dobili izvanredno povoljno reagiranje lucerne na primijenjeni molibden kako u pogledu visine prinosa, tako i u povećanju sadržaja bjelančevina. REISENAUER (1956) povezuje efikasnost gnojidbe molibdenom s razvojem kvržičnih bakterija.

SKVORCOV (1967) je dobio na podzoliranom kiselom tlu izvanredno povoljno djelovanje kalcifikacije na prinos sijena lucerne. Molibden je također povisio prinos na fonu bez kalcifikacije, dok je na fonu s kalcifikacijom djelovanje molibdena slabilo. VORISEK (1967) podvlači značajno pozitivno djelovanje molibdena u uzgoju lucerne, osobito u pogledu razvoja korijenovog sistema i vezanju dušika. GIDDENS i PERKINS (1960) su primjenom natrijevog molibdata utvrdili da je niska doza vapnenca plus molibden dala gotovo isti prinos kao visoka doza.

KLIEVER i KENNEDY (1960) su također ustanovili da postoji interakcija između molibdena i kalcija kod lucerne. JAMES, JACKSON i HARVARD (1968) ispitujući djelovanje kalcifikacije i molibdena u uzgoju lucerne na različitim tlama dobili su uglavnom pozitivne rezultate, ali ako su doze vapna bile veće lucerna nije reagirala na molibden.

Pitanje akumulacije molibdena u lucerni ispitivali su neki od ranije citiranih istraživača (EVANS, 1950; EVANS, PURVIS i BEAR, 1951; REISENAUER, 1956; GIDDENS i PERKINS, 1960; JAMES JACKSON i HARVARD, 1968), kao i brojni drugi (JENSEN, 1945; ROBINSON, EDGINGTON, ARMIGER i BREEN, 1951; EVANS i PURVIS, 1951; ROBINSON i EDGINGTON, 1954; PURVIS i PETERSON, 1956; MÜLLER, WITH, WITTER, EBELING i BERGMANN, 1964; ANKE, 1960).

Svi istraživači slažu se uglavnom u tome da je usvajanje molibdena od strane lucerne zavisno od pristupačnih količina u tlu, dodanog molibdena u tlo i kalcifikacije, ali ne treba ispustiti iz vida cjelokupnu dinamiku tla kojoj je podvrgnut i molibden, s time da najplodnija tla osiguravaju najviše pristupačnog molibdena.

METODIKA RADA

Pokus je izveden u dubokim vegetacijskim pokusima po blok-metodi s 9 kombinacija gnojidbe u 4 repeticije. Prije sjetve izvršena je inokulacija sjemena s bakterijama *Rhizobium meliloti*. Sjetva je izvršena 11. travnja 1966. godine, a prorjeđivanje na 20 biljaka po vegetacijskoj posudi 12. svibnja.

Tlo korišteno za punjenje posuda je pseudoglej zaravni lokaliteta Božjakovina nepovoljnih fizikalnih i kemijskih osobina. Budući da su za ove pokuse značajne kemijske osobine, ističemo da je ovo tlo u pogledu sadržaja humusa slabo do vrlo slabo humozno, kisele do slabo kisele reakcije i siromašno na fiziološki aktivnom fosforu i kaliju. U površinskim slojevima zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama je relativno povoljna.

U sljedećoj tabeli navedene su količine čistih hraniva odnosno gnojiva u kg/ha primijenjenih kod osnivanja pokusa, s time da je za vegetacijske pokuse izvršeno preračunavanje u skladu s količinom tla i pijeska u posudi i dubinom sloja iz kojega je tlo uzeto.

Tabela 1 — Količina čistih hraniva odnosno gnojiva primijenjenih u pokusu
Table 1 — Quantity of pure nutrients and fertilizers used in experiment

Redni broj Serial number	Varijanta gnojidbe Treatment	Čistih hraniva, kg/ha Pure nutrients, kg per hectare						Gnojiva, kg/ha Fertilizers, kg per hectare			
		CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mo*)	Dolomitni vapnenac Dolomitic limestone	Vapn. amon. salitra Calcium amonium nitrate	Super-fosfat Super-phosphate	Kalijeva so Muriate of potash
1.	ϕ										
2.	NPK			30	240	360			150	1500	900
3.	NPKCa ₁	600	400	30	240	360		2000	150	1500	900
4.	NPKCa ₂	1200	800	30	240	360		4000	150	1500	900
5.	NPKCa ₃	1800	1200	30	240	360		6000	150	1500	900
6.	NPKMo			30	240	360	2		150	1500	900
7.	NPKCa ₁ Mo	600	400	30	240	360	2	2000	150	1500	900
8.	NPKCa ₂ Mo	1200	800	30	240	360	2	4000	150	1500	900
9.	NPKCa ₃ Mo	1800	1200	30	240	360	2	6000	150	1500	900

Kao što se iz tabele vidi NPK gnojidba je bila uniformna za sve varijante pokusa osim ϕ— varijante, dok je dolomitni vapnenac primijenjen u 3 gradacije sa ili bez molibdena, a molibden samo u jednoj gradaciji.

*) Molibden je izražen kao natrijev molibdat

Veće količine kalija od uobičajenih korištene su zbog njegove velike mobilizacije, odnosno luksuzne konzumacije u uvjetima optimalne vlažnosti.

U drugoj i trećoj godini uzgoja izvršeno je za sve varijante, osim ϕ — varijante, prihranjivanje lucerne NPK gnojivima na bazi 30 kg N, 80 kg P_2O_5 i 140 kg K_2O u površinski sloj tla.

U toku ispitivanja izvršene su analize biljnog materijala i to: 1) sadržaj dušika postupkom po Kjeldahl-u; 2) sadržaj fosfora kolorimetrijski; 3) sadržaj kalija flamenfotometrijski; 4) sadržaj molibdena postupkom po thio-cianat-stanumklorid metodi i 5) suha tvar sušenjem uzoraka na 105°C.

Također su izvršene analize tla i to kemijske i fizikalne po uzuelnim metodama, dok je određivanje sadržaja ukupnog molibdena izvršeno pomoću florovodične kiseline, pristupačnog molibdena po metodi Purvis—Petersona, sadržaj mangana po Schachtschabelu, a bakra po Westerhoffu.

Rezultati istraživanja

Prinosi lucerne dobiveni u pokusu prikazani su za svaku godinu posebno u tabelama 2, 3 i 4. Posebno su u tabeli 5 obrađeni podaci za trogodišnja istraživanja.

U odnosu na standardnu (NPK) gnojidbu već u prvoj godini pod djelovanjem molibdena povećanje prinosa iznosilo je oko 8% i bilo je signifikantno kod $P = 5\%$ (tab. 1). Ova povećanja bila su znatno veća u prvom i drugom otkosu i kretala su se oko 12, odnosno 14%, dok je u posljednjem otkosu djelovanje molibdena potpuno izostalo.

Tabela 2 — Utjecaj kalcifikacije i molibdena na prinos sijena lucerne u 1966. god.

Table 2 — Effect of liming and molybdenum on the alfalfa hay yield in 1966.

Redni broj	Varijanta gnojidbe	1. otkos 1st clipping		2. otkos 2nd clipping		3. otkos 3rd clipping		Prinos Yield	
		Prinos po veg. posudi Yield per pot, g	Relat. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi Yield per pot, g	Relat. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi Yield per pot, g	Relat. prinos Relative yield	Ukupni Total g	Relat. Relative
1.	ϕ	9,12	92,58	9,65	68,83	7,35	75,61	26,12	77,73
2.	NPK	9,85	100,00	14,02	100,00	9,72	100,00	33,60	100,00
3.	NPKCa ₁	11,25	114,21	14,20	101,28	8,75	90,02	34,20	101,78
4.	NPKCa ₂	11,38	115,53	15,95	113,75	9,80	100,82	37,12	110,47
5.	NPKCa ₃	10,65	108,12	15,05	107,34	8,80	90,53	34,50	102,67
6.	NPKMo	11,00	111,67	16,02	114,26	9,22	94,85	36,25	107,88
7.	NPKCa ₁ Mo	11,02	111,87	15,70	111,98	9,67	99,48	36,40	108,33
8.	NPKCa ₂ Mo	10,38	105,38	15,05	107,34	9,10	93,62	34,52	102,73
9.	NPKCa ₃ Mo	11,40	115,73	15,45	110,19	9,95	98,25	36,15	107,58
GD	P = 5%		17,46		11,91		12,03		7,67
	P = 1%		19,59		16,19		16,46		10,41

Djelovanje dolomita s izuzetkom srednje doze od 40 q/ha kod koje je povećanje prinosa iznosilo oko 10%, je minimalno, iako je slično djelovanju molibdena ono vrlo značajno u prvom i drugom otkosu, a izostalo je u trećem. Povećanje prinosa kod najbolje varijante u prvoj godini — NPKCa₂ — u odnosu na varijantu NPKMo iznosilo je samo 2,4%.

Zajednička primjena dolomita i natrijevog molibdata došla je u većoj mjeri do izražaja kod primjene niske i visoke doze dolomita, a tek neznatno kod srednje. Signifikantno povećanje prinosa, ali samo za P = 5%, dobiveno je kod varijante NPKCa₁Mo, a gotovo signifikantno kod varijante NPKCa₃Mo. Nepovoljne vremenske prilike koje su vladale u toku trećeg otkosa — vlažno i prohladno vrijeme — štetno su se odrazile na razvoj i aktivnost kvržičnih bakterija, pa je i djelovanje kalcifikacije («dolomitizacije») po jednoj strani molibdena po drugoj strani potpuno izostalo. Naime, poznato je da djelovanje molibdena ovisi prvenstveno o razvoju kvržičnih bakterija, pa u odsustvu ovih nije mogao doći do izražaja niti molibden unesen u obliku natrijevog molibdata, niti molibden oslobođen pod utjecajem kalcifikacije, a pretpostavljamo da su izvjesne količine oslobođene, te je konačni efekt kalcifikacije i primjene molibdena bio umanjen.

U odnosu na negnojenu varijantu dobiveno je za sve varijante signifikantno povećanje prinosa kod P = 5% i P = 1%, ali je očito da je to od sekundarnog značaja za ova ispitivanja, dok primarnim treba smatrati efikasnost kalcifikacije i primjene molibdena prema standardnoj gnojidbi.

U poređenju s prvom godinom u drugoj godini kalcifikacija i primjena molibdena u pravilu je bila efikasnija, pogotovo u odvojenoj upotreba (tab. 3). Na prvom mjestu nalazi se varijanta NPKMo, koja je u odnosu na standardnu gnojidbu dala povećanje prinosa od 14%. Ovo povećanje je signifikantno u odnosu na P = 5% i P = 1%. U pojedinim otkosima ova povećanja su znatno veća s izuzetkom trećeg i četvrtog otkosa.

Na drugom mjestu nalazi se varijanta NPKCa₃ sa signifikantnim povećanjem prinosa od 13,2%, zatim varijanta NPKCa₂ sa 12%, dok je za P = 1% signifikantno povećanje prinosa dobiveno još samo kod varijante NPKCa₁Mo. S izuzetkom negnojene varijante povećanja kod ostalih varijanta su prilično na istom nivou, ali nisu signifikantna. Interesantno je primijetiti da su gotovo kod svih varijanata u kojima je ispitivana interakcija kalcija i molibdena prinosi niži. Da bismo eventualno utvrdili uzroke ovoj pojavi, pratili smo paralelno s prinosom i promjene glavnih kemijskih osobina tla. Reakcija tla, koja bi u ovom slučaju bila najvažnija, bila je manje više povoljna i kretala se oko pH 6,0, dok je sadržaj fosfora i kalija iznosio oko 7 mg/100 g tla, sadržaj humusa 2,7% i bili su na nivou ostalih varijanata. Na kraju treće godine saržaj kalija je u prosjeku bio za 2—3 mg viši, što bi se moglo eventualno pripisati jačoj gnojidbi ovim elementom. Promjene u adsorpcijskom kompleksu bile su značajne, jer je pod utjecajem kalcifikacije maksimalni kapacitet adsorpcije porastao, a isto tako i zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama, dok je hidrolitska kiselost smanjenja.

Tabela 3 — Utjecaj kalcifikacije i molibdena na prinos lucerne u 1967. godini
Table 3 — Effect of liming and molybdenum on the alfalfa hay yield in 1967.

Redni broj	Varijanta gnojibde	Prinos					Prinos Yield	Relativ.					
		1. otkos 1st clipping	2. otkos 2nd clipping	3. otkos 3rd clipping	4. otkos 4th clipping	5. otkos 5th clipping							
Serial number	Treatment	Prinos po veg. posudi	Relativ. prinos	Prinos po veg. posudi	Relativ. prinos	Prinos po veg. posudi	Relativ. prinos	Ukupni Total, g	Relativ. Relative				
		Yield per pot, g	Relative yield	Yield per pot, g	Relative yield	Yield per pot, g	Relative yield						
1.	Ø	9,95	34,17	8,42	32,55	8,32	50,36	9,90	65,13	4,45	54,80	41,05	43,28
2.	NPK	29,12	100,00	25,87	100,00	16,52	100,00	15,20	100,00	8,12	100,00	94,85	100,00
3.	NPKCa	32,42	111,33	28,71	110,98	17,05	103,21	15,07	99,14	8,92	109,85	102,40	107,96
4.	NPKCa	34,17	117,34	29,82	115,27	17,45	105,63	16,15	106,25	8,67	106,77	106,27	112,04
5.	NPKCa	34,50	118,47	30,92	119,52	17,20	104,12	15,87	104,41	8,87	109,24	107,37	113,20
6.	NPKMo	34,87	119,74	30,72	118,75	16,50	99,88	15,92	104,74	10,12	124,63	108,15	114,02
7.	NPKCaMo	32,72	112,36	29,27	113,14	17,20	104,12	15,65	102,96	9,00	110,84	103,85	109,49
8.	NPKCaMo	32,42	111,33	29,57	114,30	16,88	102,18	15,35	100,99	8,05	99,14	102,25	107,80
9.	NPKCaMo	30,40	104,39	28,60	110,55	17,90	108,35	15,60	102,63	8,87	109,24	101,37	106,87
GD	P = 5% P = 1%		12,29 16,65		11,05 15,00		14,10 19,07		11,91 16,12		36,58 49,51		8,56 11,59

Tabela 4 — Utjecaj kalcifikacije i molibdena na prinos lucerne u 1968. godini
Table 4 — Effect of liming and molybdenum on the alfalfa hay yield in 1968.

Redni broj	Varijanta gnojidbe	1. otkos 1st clipping		2. otkos 2nd clipping		3. otkos 3rd clipping		4. otkos 4th clipping		5. otkos 5th clipping		Prinos Yield	
		Prinos po veg. posudi per pot, g	Relativ. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi per pot, g	Relativ. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi per pot, g	Relativ. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi per pot, g	Relativ. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi per pot, g	Relativ. prinos Relative yield	Prinos po veg. posudi per pot, g	Relativ. prinos Relative yield
1.	φ	21,25	67,89	8,12	39,76	10,32	55,48	7,25	52,46	3,10	48,29	50,05	55,26
2.	NPK	31,30	100,00	20,42	100,00	18,60	100,00	13,82	100,00	6,42	100,00	90,57	100,00
3.	NPKCa ₁	30,82	98,47	20,65	101,13	19,97	107,36	15,37	111,21	8,65	134,73	95,47	105,41
4.	NPKCa ₂	32,17	102,78	22,65	110,92	22,15	119,09	16,82	121,71	8,00	124,61	101,80	112,40
5.	NPKCa ₃	33,45	106,87	22,95	112,39	21,40	115,05	15,70	113,60	9,02	140,50	102,52	113,19
6.	NPKMo	31,75	101,44	21,30	104,31	19,92	107,10	15,70	113,60	8,85	137,85	97,52	107,67
7.	NPKCa ₁ Mo	32,12	102,62	20,85	102,10	22,87	122,96	14,62	105,79	8,00	124,61	98,47	108,72
8.	NPKCa ₂ Mo	28,42	90,80	20,70	101,37	19,72	106,02	14,20	102,75	8,57	133,49	91,62	101,16
9.	NPKCa ₃ Mo	28,97	92,55	9,07	93,39	19,47	104,68	16,22	117,37	9,80	152,65	93,55	103,29
GD			14,47		17,33		16,29		21,34		27,57		11,96
P = 1%			19,68		23,60		22,15		28,94		37,54		16,26

Moglo bi se, dakle, pretpostaviti da je postojalo izvjesno nepovoljno djelovanje dolomita izazvano njegovom intenzivnom aktivacijom u tlu, koje se, međutim, očitivalo kod primjene kalcija i molibdena.

Kao što se vidi i u drugoj godini povećanje prinosa u odnosu na negnojenu varijantu bilo je vrlo visoko i signifikantno kod svih varijanata. Prinosi zrako-suhe mase po pojedinim varijantama uglavnom su prelazili 100 g i u odnosu na prvu godinu veći su za gotovo tri puta. Treba ipak dodati, da su u prve dvije godine ispitivanja vremenske prilike bile vrlo varijabilne, često puta nepovoljne zbog visoke relativne vlage zraka i povećane naoblake kao i niskih temperatura. Ali su biljke uglavnom bile zdravog izgleda, tamnozeleno boje i bez znakova deficijencije pojedinih elemenata, što je inače rijetkost u uvjetima vegetacijskog pokusa i vremenskih aberacija.

U trećoj godini nivo prinosa, s izuzetkom negnojene varijante, nešto je niži nego u drugoj godini (tab. 4). iako razvoj usjeva nije tekao nesmetano kao u prvoj i drugoj godini. Naime, sa stanovišta biljnog metabolizma treba ipak respektirati kolebanja meteoroloških elemenata tokom vegetacije, jer je sigurno da su oscilacije pojedinih meteoroloških elemenata bile takve, da predstavljaju sekularne vrednosti. Pa iako sam način izvođenja vegetacijskih pokusa omogućava da se održi optimalna konstelacija najvažnijih vegetacijskih faktora, u prvom redu vlage, visoke dnevne ekskurzije temperature zajedno s kolebanjima vlage u znatnoj su mjeri utjecale na apsorbciju hraniva od strane biljke, kao i na vegetativni i generativni porast biljaka. Ovo se je najviše očitivalo u ubrzanoj i nejednoličnoj cvatnji u prvom dijelu vegetacije, dok su vlažno-hladni uvjeti u drugom dijelu usporavali cvatnju ili je ona zbog nedostatka svjetla sasvim izostala.

U ovoj godini najbolja je bila varijanta NPKCa₃, koja je dala signifikantno povećanje prinosa za P = 5% u odnosu na NPK gnojidbu. Povećanje prinosa je iznosilo 13,19%. Iza nje slijedi varijanta NPKCa₂, također sa signifikantnim povećanjem prinosa za P = 5%. U ovom slučaju u odnosu na standard povećanje je iznosilo 12,4%. Povećanje prinosa kod najbolje varijante (NPKCa₃) u odnosu na varijantu NPKMo iznosilo je 5,13%, a kod varijante NPKCa₂ 4,39%, time da su ova povećanja tokom pojedinih otkosa bila različita, a u posljednjem su praktički izostala. Sve ostale varijante, osim negnojene, dale su veće prinose od standarda, ali povećanja nisu signifikantna. Povećanje prinosa kod varijante NPKMo od 7,67%, premda nije signifikantno, vrlo je značajno, jer svjedoči o produžnom djelovanju molibdena u trećoj godini. Čak što više, moglo bi se reći, da u ovoj godini djelovanje molibdena nije moglo doći do punog izražaja zbog djelomične atrofije kvržičnih bakterija, pa vjerojatno odatle i dolazi kalcifikacija u prvi plan. Slično prethodnoj godini, djelovanje kalcija i molibdena u interakciji, s izuzetkom varijante NPKCa₁Mo, je slabije nego u odvojenoj primjeni.

Za razliku od konstatacija iznesenih za pokus u trećoj godini kao cjelinu, javljaju se izvjesna odstupanja u pojedinim otkosima, koja bi se mogla pripisati divergenciji pojedinih vegetacijskih faktora tokom godine.

Prema negnojenoj varijanti i u trećoj godini dobiveno je signifikantno povećanje kod svih gnojjenih varijanata.

Ako se sumiraju rezultati trogodišnjih istraživanja, onda se je prividno najboljom pokazala varijanta NPKCa₂, prividno zbog toga jer odmah iza nje slijedi varijanta NPKCa₃ (tab. 5). U prvom slučaju povećanje prinosa u odnosu na standardnu gnojidbu iznosi 11,94%, a u drugom 11,58%, pa odatle i ono »prividno« jer su praktično te vrijednosti iste. Povećanje prinosa kod NPKMo varijante u odnosu na standard iznosi 10,46%. Ako se isključi visina prinosa kao jedini kriterij, onda bezuvjetno treba dati prednost ovoj varijanti pred svima ostalima, jer upotrebljene količine dolomita i natrijev molibdat stavljaju dobivene prinose u druge relacije. Ovakva tvrdnja ima dakako samo relativnu vrijednost, obzirom na prirodu izvedenih pokusa, ali sama po sebi nameće potrebu istraživanja ovog problema u poljskim uvjetima, što je djelomično učinjeno u našim ranijim pokusima.

Tabela 5 — Kretanje prosječnog prinosa lucerne u trogodišnjem uzgoju u g/veg. posudi

Table 5 — Average yield of alfalfa in three year period, g per pot

Redni broj	Varijanta gnojidbe	Prosječni prinos, g/veg. posudi	Relativni prinos
Serial number	Treatment	Average yield, g per pot	Relative yield
1.	∅	39,07	53,52
2.	NPK	73,00	100,00
3.	NPKCa ₁	77,35	105,95
4.	NPKCa ₂	81,73	111,94
5.	NPKCa ₃	81,46	111,58
6.	NPKMo	80,64	110,46
7.	NPKCaMo	79,57	109,00
8.	NPKCa ₂ Mo	76,13	104,28
9.	NPKCa ₃ Mo	77,02	105,50
GD	P = 5%	4,48	6,14
	P = 1%	5,94	8,14

Kao logični slijed onoga, što je rečeno za rezultate u svakoj godini posebno, niti u ukupnom prinosu nije došla do izražaja interakcija kalcija i molibdena u pogledu visine prinosa.

U toku pokusa na kraju vegetacije 1966. i 1967. godine tj. prve i druge godine istraživanja provedeno je određivanje sadržaja ukupnog molibdena u tlu. Dobivene vrijednosti navedene su u tabeli 6.

Tabela 6 — Količina ukupnoga molibdena u tlu

Table 6 — Quantity of total molybdenum in soil

Redni broj Serial number	Varijanta gnojidbe Treatment	Mo, ppm	
		1966.	1967.
1.	ϕ	2,4	1,6
2.	NPK	2,4	1,7
3.	NPKCa ₁	2,0	1,7
4.	NPKCa ₂	2,4	1,8
5.	NPKCa ₃	2,4	1,8
6.	NPKMo	4,5	2,8
7.	NPKCa ₁ Mo	4,2	2,8
8.	NPKCa ₂ Mo	4,0	3,1
9.	NPKCa ₃ Mo	4,1	2,8

Kao što se iz podataka vidi ukupna količina molibdena, koja se nalazi u ovom tlu kreće se u prosjeku oko 2,4 ppm, ako se kao osnova uzme ne-gnojena varijanta. Na tom nivou se uglavnom kretala i kod ostalih varijanata bez primjene molibdena. Međutim, kod primjene molibdena u količini od 2 kg/ha natrijevog molibdata na bazi mase tla vegetacijskim posudama ona je gotovo linearno porasla za nešto manje od dva puta. U drugoj godini postoji, moglo bi se reći, linearni pad ali još uvijek ostaju relativno visoke vrijednosti kod varijanata s molibdenom. Očito je, da se ovaj pad javlja kao posljedica biološkog iznošenja, o čemu jasno govore podaci o količinama iznešenog molibdena (tab. 7).

U tlu smo prije postavljanja pokusa odredili sadržaj pristupačnog molibdena. Ove količine su iznosile 0,21 ppm ili okruglo 1/10 od ukupnog molibdena. Efekt gnojidbe molibdenom je to viši što je manji stupanj i snabdjevenosti*). Molibdenov broj tla dobiven pomoću formule: $Mo-BT = pH + (10 \times ppm \text{ Mo})$ iznosi 7,3, pa kod pH 5,2 treba očekivati djelovanje molibdenovog gnojiva, što je došlo do izražaja u ovim pokusima. Međutim, smanjenjem kiselosti tla sve do pH 6,0 i više molibden je općenito bez djelovanja, pa bi to moglo biti i glavno objašnjenje zašto nije došla do izražaja interakcija kalcija i molibdena. To eventualno upućuje na primjenu manjih količina materijala za kalcifikaciju ili primjenu bazičnih gnojiva, prvenstveno fosfornih.

Obzirom na antagonizam molibdena i mangana, koji se javlja u tlu, određen je i sadržaj mangana. On je u sloju od 0-20 cm iznosio 29 mg/100 g, a u sloju od 20-40 cm 30 mg/100 g tla. Antagonizam ova dva elementa važan je u ishrani bilja i nesumnjivo je faktor, koji čini smetnje u ocjenjivanju uloge molibdena sa stanovišta usvajanja od strane biljaka. Višak mangana povećava potrebu za molibdenom, jer usjevi koji se uzgajaju na kiselim tlima s visokim sadržajem mangana često pokazuju oštre znakove nedostatka molibdena.

*)izražen kao molibdenov broj tla

Tabela 7 — Količina dušika, fosfora, kalija i molibdena u prvom otkosu lucerne
 Table 7 — Nitrogen, phosphorus, potassium and molybdenum content of alfalfa in 1 st clipping

Redni broj Serial number	Varijanta gnojidbe Treatment	N, %		P ₂ O ₅ , %		K ₂ O, %		Mo, ppm			
		1966.	1967.	1968.	1967.	1968.	1966.	1967.	1968.	1967.	1968.
1.	φ	2,67	3,25	0,48	0,52	0,90	1,10	0,80	0,20	1,32	0,77
2.	NPK	2,97	3,71	0,48	0,52	1,70	1,50	1,10	0,49	1,51	0,43
3.	NPKCa ₁	2,84	3,53	0,48	0,52	1,50	1,50	1,10	0,49	0,48	0,43
4.	NPKCa ₂	2,61	3,51	0,44	0,48	0,68	1,50	1,30	0,40	1,33	0,43
5.	NPKCa ₃	2,74	3,56	0,44	0,44	0,60	1,50	1,20	0,43	1,29	0,43
6.	NPKMo	2,64	3,46	0,44	0,48	0,54	1,60	1,80	10,81	2,47	1,17
7.	NPKCa ₁ Mo	2,81	3,46	0,48	0,44	0,50	1,80	1,10	9,78	2,71	1,18
8.	NPKCa ₂ Mo	3,07	3,53	0,48	0,48	0,68	1,80	1,40	10,39	2,39	2,03
9.	NPKCa ₃ Mo	2,90	3,43	0,48	0,44	0,54	1,70	1,20	10,59	3,68	2,13

Također je određen u tlu sadržaj bakra kako bi se uspješnije mogao ocjeniti toksični nivo molibdena u lucerni, budući da visoki nivo molibdena u krmi pospješuje nedostatak bakra kod preživača. On je u sloju od 0—20 cm iznosio 4,8 ppm, a u sloju od 20—40 cm 4,6 ppm.

Pored promjena visine prinosa pod utjecajem kalcifikacije i primjene molibdena istražili smo također sadržaj dušika, fosfora, kalija i molibdena u lucerni za sve tri godine trajanja pokusa. Za ove analize korišten je biljni materijal prvog otkosa u svakoj godini. Dobiveni podaci prikazani su u tabeli 7.

Kao najopćenitije za dušik može se ustvrditi, da postoji blaga tendencija porasta njegovog sadržaja od prve prema drugoj godini, a zatim znatni pad u trećoj godini uz izuzetak nekih varijanata. Variranja izazvana efektom pojedinih godina uključuju nekoliko vektora, koji modificiraju jedan drugoga, a najvažniji od njih bili su insolacija, naoblaka, relativna vlaga zraka, temperature i aeracija tla. Obzirom da nismo u stanju odrediti djelovanje svakog od ovih faktora zasebno, očigledno je ipak da su oni kao cjelina djelovali na nivo dušika u lucerni. Ne treba, međutim, isključiti biološke osobine lucerne, koja kod različite konstelacije vegetacijskih faktora pokazuje različitu sposobnost vezanja dušika. No, u ovim razmatranjima treba najprije odrediti dali je postojao utjecaj molibdena, eventualno kalcija, i u kojoj mjeri. Analizom podataka za svaku godinu može se lako uočiti, da je izostalo vidljivo djelovanje molibdena na akumulaciju dušika u lucerni bilo da se radi o njegovoj odvojenoj primjeni ili zajedno s kalcifikacijom. Zbog sezonskog variranja količine dušika u biljkama teško je stavljati u relaciju količinu dušika u biljci s količinom molibdena. Uzimajući u obzir povećanje prinosa pod djelovanjem molibdena nameće se zaključak da je pod djelovanjem molibdena ipak došlo do povećanja dušika, ali je on utrošen na stvaranje zelene mase i klorofila.

Povećanje dušika u lucerni pod utjecajem kalcifikacije također je izostalo, iako je bilo za očekivati da će doći do porasta količine dušika. Naime, kao jedna od značajnih koristi od kalcifikacije smatra se stvaranje povoljnijih uvjeta za rad mikroorganizama tla, a ovi opet doprinose povećanju plodnosti tla, posebno mobilizaciji dušika. Izgleda da je to u ovom slučaju bilo od sporednog značaja, jer za samu lucernu značajnije je biološko vezanje atmosferskog dušika podstredstvom kvržičnih bakterija nego usvajanje oslobođenog dušika putem kalcifikacije.

Količina fosfora u lucerni praktički je potpuno nivelirana s jednim osrednjim nivoom, što bi moglo isključiti bilo kakvo djelovanje sa strane. Pa, premda postoji mišljenje da se pod utjecajem molibdena poboljšava iskorištenje fosfata u tlu i povisuje njegova količina u biljci, u ovom slučaju nije došlo do te pojave.

Nešto je drukčije stanje s količinom kalija u lucerni. Najniža količina zabilježena je kod negnojene varijante, ali znatno veće količine kod gnojnih varijanata. Unutar gnojnih varijanata nema izrazito velikih razli-

ka. Premda se zna da postoji jaka interakcija između molibdena i kalija, pogotovo u odsutnosti kalcija, nemože se reći da je do nje došlo u ovom pokusu.

Pođe li se od teze, da kalcifikacija povećava pristupačnost molibdena u tlu, moglo bi se očekivati povećanje njegove količine u lucerni. Analogno tome do povećanja molibdena u lucerni trebalo bi doći pod utjecajem unešenog molibdena. I dok je to u ovom drugom slučaju očigledno, u prvom je potpuno izostalo, pa postoji veliki raspon u količini molibdena u lucerni. Minimalna vrijednost iznosi samo 0,20 ppm Mo, a maksimalna 10,81. Ovaj je raspon zabilježen u prvoj godini, kada je došlo do intenzivnog korištenja molibdena pod utjecajem natrijevog molibdata, dok je on u drugoj godini znatno manji. Kreće se od 1,29 do 3,68 ppm. U trećoj godini dalje se smanjuje i vrijednosti se kreću od 0,43 do 2,13 ppm, što upućuje na smanjenja pristupačnih količina molibdena u tlu.

Podaci nadalje upućuju na zaključak, da kalcifikacija bez obzira na dozu nije djelovala na porast količine molibdena u lucerni, pa dobiveni porast kod zajedničke primjene s natrijevim molibdatom potječe vjerojatno od njegove primjene. Kod kalcificiranih varijanata vrijednosti su u drugoj godini znatno porasle prema prvoj godini, ali u relaciji sa standardnom gnojidbom su niže. Niske vrijednosti u prvoj i trećoj godini kod ovih varijanata indiciraju da se molibden u tlu nalazi u nepristupačnom obliku i da je ostao nepristupačan poslije kalcifikacije.

D i s k u s i j a

I pored toga, što su u dosadašnjem prikazu dotaknuta po našem mišljenju glavna pitanja značajna za objašnjenje dobivenih rezultata u pokusu, na ovom mjestu potrebno je kritički i detaljnije podvući neke činjenice. Razmatrajući pitanje kalcifikacije i primjene molibdena u uzgoju lucerne na kiselim tlima najznačajniji problemi bi se mogli svesti u slijedeće okvire: izostanak djelovanja i kalcifikacije i molibdena, reagiranje lucerne na izvršenu kalcifikaciju, ali ne i na primjenjeni molibden i vice versa i reagiranje lucerne na oba ova elementa u njihovoj interrekciji. Što je u tom pogledu pokazao ovaj pokus?

Prije svega treba reći, da je djelovanje kalcifikacije na visinu prinosa bilo slabije od očekivanog, pogotovo većih doza, dok je djelovanje molibdena zadovoljavajuće. Primjena molibdena i kalcija u interakciji u odnosu na standardnu gnojidbu pokazala je izvjestan efekt, ali je on gotovo bez značaja kad se zna da je svaki element za sebe pokazao bolje djelovanje. U ovom pogledu u literaturi susrećemo različite rezultate.

KLIVER i KENNEDY (1960) navode na pr. blagi pad u prinosu kod primjene visokih doza vapna, pripisujući to nastalim oštećenjima od suviše kalcifikacije, što se u našem slučaju ne bi moglo smatrati uzrokom obzirom na povoljno djelovanje same kalcifikacije. Ovo je, međutim, bio izuzetak u njihovim pokusima, jer je primjena molibdena i kalcifikacija u interakciji dala značajno povišenje prinosa i sadržaja dušika.

Odgovor na pitanje da li molibden može eliminirati potrebu za kalcifikacijom i u kojoj je mjeri izražena interakcija kalcija i molibdena djelomično se nazire u našim ispitivanjima. Međutim, precizno odgovoriti koje bi doze materijala za kalcifikaciju ili njemu adekvatne količine bazičnih fosfornih gnojiva bile potrebne za oslobađanje molibdena u tlu ne može se na osnovu rezultata vegetacijskih pokusa. Ovom prilikom ne osvrćemo se uopće na opravdanost izvođenja kalcifikacije. Za praksu je ipak značajno da se utvrdi koje su to granice. Prema KLINE-u (1955) lucerna traži više pristupačnog molibdena kod danog pH tla nego djeteline, pa bi to moglo značiti da se radi o specifičnoj reakciji kulture.

Naši rezultati podudaraju se s rezultatima SKVORCOV-a (1967) utoliko, što je on dobio pozitivno djelovanje kalcifikacije kao i primjene molibdena, ali odvojeno, dok je zajedno s kalcifikacijom djelovanje molibdena bilo slabije. Ili s rezultatima JAMES-a et al. (1968), koji iznose da je molibden bez kalcifikacije pokazao tendenciju poboljšanja lucerne, dok kod primjene odgovarajućih količina vapnenca lucerna nije reagirala na molibden.

Postoje različiti kriteriji o svrsishodnosti gnojidbe molibdenom. Prema navodima DOBRICKAJE (1964) neki sovjetski i drugi inostrani istraživači su utvrdili, da kod sadržaja pristupačnog molibdena manjeg od 0,15 mg/kg i kod vrijednosti pH manjoj od 6,3 biljke dobro reagiraju na primjenu molibdena. Djelomično to potvrđuju naši rezultati, ali treba dodati da je sadržaj pristupačnog molibdena bio nešto veći.

Od posebnog je interesa pitanje akumulacije molibdena u lucerni. Ako se usvoje kriteriji koje navode JAMES et al. (1968), da je kritični nivo 0,3 do 0,5 ppm, odnosno po STOUT-u et al. (1956) 0,5 ppm, što je isto kao i tvrdnje REISENAUER-a (1956), ali samo u lišću, onda su u našem pokusu u prvoj i trećoj godini sve varijante, osim onih s primjenom molibdena, unutar ove kritične granice. Varijante s primjenom molibdena znatno su iznad ovih vrijednosti i približavaju se u prvoj godini toksičnim granicama.

U pokusu nije bilo očekivanog porasta sadržaja dušika u lucerni s porastom molibdena, a sadržaj fosfora ostao je bez promjena. Nije bilo niti očekivane interakcije sa sadržajem kalija. Iste rezultate za kalij dobili su YOUNGE i TAKANASHI (1953). Gotovo analogne rezultate s našima dobio je REISENAUER (1956). Isti autor smatra, da ne treba očekivati porast prinosa od gnojidbe molibdenom kod nivoa molibdena u lišću većeg od 0,4 do 0,5 ppm. Ima doduše i drukčijih rezultata i mišljenja, pa se prema podacima EVANS-a i PURVIS-a (1951) porast prinosa kod gnojidbe molibdenom može očekivati na nivou molibdena od 0,77 i 0,85 ppm. To je znatno bliže našim rezultatima u kojima je ta vrijednost mnogo viša. Očito je, dakle, da se javljaju anomalije koje prema WALKER-u (cit. po REISENAUER-u, 1956) rezultiraju od antagonizma mangana i molibdena.

Suprotno našim rezultatima, YOUNGE i TAKASASHI (ibid.) su pod utjecajem molibdena na kiselim tlima dobili signifikantno povećanje prinosa surovih proteina. I EVANS, et al. (1951) su pod utjecajem molibdena zajedno s kalcifikacijom dobili najveći porast dušika. Sadržaj molibdena je rastao sa smanjenjem kiselosti tla kalcifikacijom. Ranije smo već pokušali objasniti zašto nije došlo do ove pojave u našim pokusima na kiselom tlu.

U našem pokusu tendencija većeg sadržaja molibdena primjenjenog zajedno s kalcifikacijom zapažena je u drugoj i trećoj godini, ali ne i u prvoj zbog direktno pristupačnih količina unešenih u obliku natrijevog molibdata. GIDDENS i PERKINS (1960) su također primjenom natrijevog molibdata dobili porast molibdena u lucerni.

I prema podacima JAMES-a et al. (1968) kalcifikacija i primjena molibdena su rezultirale u povećanom usvajanju molibdena od strane lucerne, dok ANDERSON (1956) iznosi da biljke tretirane molibdenom ne moraju obavezno sadržati veće količine molibdena nego netretirane deficitarne biljke.

Iz onoga što smo naveli vidi se, da postoji jedno opće uvjerenje, da se kalcifikacija i primjena molibdena u uzgoju lucerne na kiselim tlima međusobno nadopunjuju. Ali isto tako može se reći, da su rezultati o interakciji kalcija i molibdena često puta vrlo divergentni. Naš pokus potvrđuje djelomično obje ove tvrdnje, jer dok su kalcifikacija i primjena molibdena pokazale pozitivan efekt u pogledu kvantiteta prinosa, a donekle i kvalitete, dotle je njihovo djelovanje u očekivanoj interakciji izostalo. Pa i sada, kada smo pokušali naše rezultate usporediti s rezultatima drugih istraživača, preostaje da se zaključi da oni mogu biti samo početak u traženju potpunog odgovora na ovo pitanje. Naša prethodna istraživanja, koja smo proveli s uzgojem lucerne na pseudoglejnim tlima (BUTORAC, 1967) opravdavaju upotrebu molibdena u uzgoju lucerne nezavisno o kalcifikaciji. Kod zajedničke primjene molibdena i kalcifikacije dobiveni su doduše veći prinosi, ali oni nisu ekvivalentni s ulaganjima. Izučavanje interakcije kalcija i molibdena je svakako od velikog naučnog interesa, ali ništa manje značajno za praktičnu poljoprivredu. Naime, pored pitanja nivoa plodnosti tla i s tim u vezi njegove sposobnosti da osigura lucerni dovoljno molibdena iskršava u prvi plan ekonomsko pitanje, kada i gdje će biti racionalno izvršiti kalcifikaciju, kada primjeniti samo molibden, a kada koristiti interakciju ova dva elementa u uzgoju lucerne na kiselim tlima.

Z a k l j u č c i

Polazeći od uloge molibdena, koja mu pripada u uzgoju lucerne, posebno na kiselim tlima i na osnovu rezultata trogodišnjeg pokusa s ovom kulturom u vegetacijskim posudama mogli bi se donijeti slijedeći zaključci:

1. U pogledu visine prinosa lucerna je izvanredno povoljno reagirala na primjenu molibdena, dok je djelovanje kalcifikacije u tom pogledu bilo slabije od očekivanog, ako se uzmu u obzir upotrebene doze, makar da je u prosjeku najviši prinos dobiven kod varijanata s izvršenom kalcifikacijom bez molibdena.

2. Zajednička primjena molibdena i kalcifikacija pokazala je izvjestan efekt u povišenju prinosa, ali odgovor na pitanje dali molibden može eliminirati potrebu za kalcifikacijom i stupanj izraženosti interakcije kalcija i molibdena, premda se djelomično nazire u ovom pokusu, treba potražiti kroz egzaktne poljske pokuse.

3. Što se tiče kvalitete prinosa pod djelovanjem bilo molibdena bilo kalcifikacije ili zajedničkog, u pokusu nije došlo do porasta količine dušika, iako je to samo prividno tako, jer je dušik utrošen za stvaranje zelene mase i klorofila. Izostalo je povišenje fosfora u biljci kao i očekivana interakcija količine molibdena s količinom kalija.

Kalcifikacija bez obzira na doze nije djelovala na porast količine molibdena u lucerni i kod svih varijanata bez molibdena, osim u drugoj godini on se uglavnom kretao unutar kritičnih granica. Varijante s molibdenom sadržale su veće količine ovog elementa, a u prvoj godini približile su se toksičnim granicama.

4. Izučavanje problema kalcifikacije i gnojidbe molibdenom u uzgoju lucerne na kiselim tlima, kao i ispitivanje njihove interakcije kao tri moguće alternative ima pored biološko-proizvodnog i svoj ekonomski smisao, pa bi istraživanja ove vrste trebalo nastaviti u proizvodno-ekološkim uslovima onih tala, čija kiselost a priori neće limitirati uzgoj lucerne, ali prvenstveno različitih skupina pseudooglejenih tala.

SOME ASPECTS OF CALCIUM AND MOLYBDEN APPLICATION IN GROWING ALFALFA ON ACID SOILS

by

Dr ANĐELKO BUTORAC

Summary

Taking as a starting point the well known fact that liming on acid soils increases to plants available molybdenum, and considering the role of molybdenum in growing alfalfa, three-year greenhouse experiments were carried out with the aim of investigating the effects of liming, fertilizing with molybdenum and the interreaction of calcium and molybdenum on the quality and quantity of alfalfa yields. The experiment was laid out on pseudogley soil.

The results of the experiment, as regards yields, are shown in Tables 2, 3, 4 and 5. Table 6 shows the changes of total molybdenum in the soil in the first and second year of the experiment, and Table 7 the contents of nitrogen, phosphorus, potassium and molybdenum in alfalfa.

Without denying the good effect of liming, it can be said that, as regards the increase of yields, alfalfa showed a very favourable reaction to the application of molybdenum, although, on an average, the highest yields were obtained in the treatment with liming without molybdenum, but with comparatively high dolomite doses.

The molybdenum application and liming showed a certain effect in increasing the yields. However, only actual field-experiments can answer the question, whether molybdenum can make liming unnecessary and to which extent the interaction of calcium and molybdenum is expressed.

The quality of yield was only partially effected by fertilizing, especially as regards the nitrogen, phosphorus and potassium contents, while the application of molybdenum was favourable in its uptake by alfalfa.

These experiments should be considered as initial and they should be continued under normal ecological conditions on the soils, the acidity of which will not a priori limit the growing of alfalfa. The research on the problem of liming and molybdenum application and of their interaction has, besides its biological and productional, also an economic significance.

LITERATURA

1. Anderson, A. J. (1956): Molybdenum deficiencies in Legumes in Australia. *Soil Sci.*, Vol. 81, No. 3.
2. Anke, M., Graupe, B. and Trobisch, S. (1960): Molybdenum deficiency in lucerne, red clover, Swedish clover. *Soils and Fertilizers*, Vol. XXIII, № 5.
3. Anke, M. (1961): Molybdenum deficiency of lucerne in Thuringia. *Soils and Fertilizers*, Vol. XXIV, № 4.
4. Avdonin, N. S., Arens, I. P. (1966): Vlijanje molibdena na biokemijske procese u rastenijah i na kačestvo rastiteljnoj produkciji. *Agrohimiija*, № 3. Moskva.
5. Borys, M. W. and Childers, N. F.: *The Role of Molybdenum in Plants and Soils*.
6. Butorac, A. (1967): Agrotehnička melioracija pseudogleja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj s aspekta uvođenja lucerne. (Disertacija) Zagreb.
7. Chernavina, I. A. (1958): *The Influence of Molybdenum on Yield and Chemical Composition of Leguminosae. Trace Elements in Agriculture*. Akademie — Verlag, Berlin.
8. Davies, E. B. (1956): Factors Affecting Molybdenum Availability in Soils. *Soil Sci.*, Vol. 81, Numb. 3.
9. Dobrickaja, J. I. (1957): Kolorimetričeskoe opredelenie molibdena v počvah i rastenijah. *Počvovedenie*, № 3. Moskva.
10. Dobrickaja, J. I. (1964): Molibden v počvah Moskovskoj oblasti. *Počvovedenie*, № 3. Moskva.
11. Evans H. J. (1950): *Molybdenum as a Plant Nutrient*. Ph. D. Thesis, Rutgers University. New Brunswick.
12. Evans, H. J., Purvis, E. R. and Bear, F. E. (1950): Molybdenum Nutrition of Alfalfa. *Pl. Phys.*, 25.
13. Evans, H. J., Purvis, E. R. and Bear, F. E. (1951): Effect of Soil Reaction on Availability of Molybdenum. *Soil Sci.*, Vol. 71, № 2.
14. Evans, H. J. and Purvis, E. R. (1951): Molybdenum status of some New Jersey soils with respect to alfalfa production. *Soils and Fertilizers*, Vol. XIV, № 3.
15. Foy, C. D. and Barber, I. A. (1959): Molybdenum Response of Alfalfa on Indiana Soils in the Greenhouse. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.*, Vol. 23, № 1.
16. Giddens, J. and Perkins, H. F. (1960): Influence of Molybdenum on Growth and Composition of Alfalfa and Distribution of Molybdenum in a Cecil—Loyd Soil. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.*, Vol. 24, № 6.

17. Hewitt, E. J. (1956): Symptoms of Molybdenum Deficiency in Plants. *Soil Sci.*, Vol. 81, Numb. 3.
18. James, D. W., Jackson, T. L. and Harward, M. E. (1968): Effect of molybdenum and lime on the growth and molybdenum content of alfalfa grown on acid soils. *Soil Sci.* Vol. 105, Numb. 6.
19. Jensen, H. L. (1945): Nitrogen Fixation in Leguminous Plant VI Effect of Molybdenum on Symbiotic Nitrogen Fixation. *Proc. Linnean Soc. N. S. Wales*, 70.
20. Kliever, W. M. and Kennedy, W. K. (1960): Studies on Response of Legumes to Molybdenum and Lime Fertilization on Mardin Silt Loam. *Soil Sci., Soc. of Amer. Proc.*, Vol. 24, № 5.
21. Kline, C. H. (1955): Molybdenum and Lime in the Treatment of Acid Soils. *Jour. of Soil and Water Cons.*, Vol. 10, № 2. Fairmont, W. Virginia.
22. Müller, K., Wuth, E., Witter, B., Ebeling, R. i Bergmann, W. (1964): Die Molybdänversorgung der Thüringer Böden und der Einfluss einer Molybdändüngung auf Ertrag Rohprotein — und Mineralstoffgehalt von Luzerne. *A. Thear Archiv, Berlin*, Band 8, Heft 415.
23. Purvis, E. R. and Peterson, N. K. (1956): Methods of Soil and Plant Analyses for Molybdenum. *Soil Sci.*, Vol. 81, Number 3.
24. Reisenauer, H. M. (1956): Molybdenum content of alfalfa in relation to deficiency symptoms and response to molybdenum fertilization. *Soil Sci.*, Vol. 81, Numb. 3.
25. Robinson, W. O. Edgington O., Arrniger, W. H. and Breen, A. V. (1951): Availability of Molybdenum as Influenced by Liming. *Soil Sci* Vol. 72. Numb. 3.
26. Robinson, W. O. i Edgington G. (1954): Availability of Molibdenum as Shown by the Molybdenum Content of Many Different Plants. *Soil Sci.*, Vol. 77, Numb. 3.
27. Rubins, E. J. (1956): Molybdenum Deficiencies in the United States. *Soil Sci.*, Vol. 81, Numb. 3.
28. Sandell, E. B. (1950): *Colorimetric determination of traces of metals.* New York.
29. Schachtschabel, P. (1957): Die Bestimmung des Manganversorgungsgrades von Böden und seine Beziehung zum Auftreten der Dörrfleckenkrankheiten bei Hafer, *Z. Pflanzenernähr., Düngng, Bodenkunde*, 78.
30. Shaker, M. H. (1958): Postupak za kvantitativno određivanje nekih makroelemenata u biljnom materijalu. *Zbor. rad. Polj. fakulteta, Sves. 2, god. VI, Beograd.*
31. Shaw, N. H., Barrie, N. and Kips, E. H. (1944): The Effect of CaO, Phosphate and Molybdenum on the growth of Lucerne in Duntroom Loam, *J. Council Sci. Ind. Research*, 17.
32. Skvorcov V. F. (1967): Vlianie izvesti i molibdena na urožaj ljucerni. *Agrohimiya*, No. 12.
33. Stout, P. R. and Johnson, C. M. (1956): Molybdenum Deficiency in Horticultural and Field Crops. *Soil Sci.*, Vol. 81, Numb. 3.
34. Vorišek, V. (1967): Vysledky studia využiti nekterych mikroelementy pri pestovani vojtešky. *Symposium de Mediacagine producenda et ad usum transferenda cum participatione internationali. Brno.*
35. Younge, O. R. and Takahashi, M. (1963): Response of Alfalfa to Molybdenum in Hawaii. *Agron. Jour.*, Vol. 45, No. 9.
36. Westerhoff, H. (1955): Kupfer Bestimmung in Böden. *Landwirtschaftliche Forschung* Band 7, Heft 3.
XXXXX (1966): Priručnik za ispitivanje zemljišta. — Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd.