

Л. А. АРАРАТЯН, Р. К. РАФАЕЛЯН

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЛЮЦЕРНЕ И ИХ ВЫНОС

За последние десятилетия в литературе накопилось значительное количество данных, указывающих на большую роль микроэлементов в жизни растений [1, 2].

В связи со все более возрастающим использованием удобрений увеличивается также потребность растений в микроэлементах, и потому большое значение приобретает изучение потребности отдельных культур в микроэлементах и, особенно, учет выноса их сельскохозяйственными культурами.

В условиях Ааратской равнины люцерна является высокопродуктивной кормовой культурой. За 2–3 года возделывания она оставляет в почве значительную растительную массу в виде корневых и поживных остатков, обогащающих почву. Проникая на большую глубину, корневая система люцерны вовлекает в биологический круговорот много питательных элементов.

Целью настоящей работы явилось изучение накопления микроэлементов в органах люцерны и их вынос урожаем в зависимости от удобрения и характера почв.

Таблица I
Некоторые агрохимические показатели исследуемых почв

Мощность горизонта в см	Глубина взятия образца в см	Общее содержание в %					рН суспензии	
		CaCO ₃	гумус по Гюрену	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	водной	I _{HCl}
Бурая карбонатная культурно-поливная почва								
0–30	0–30	2,94	1,90	0,11	0,19	2,32	8,55	7,92
30–58	45–55	2,71	1,67	0,10	0,15	1,80	8,36	7,74
85–115	95–115	3,84	0,98	0,10	0,16	1,57	8,15	7,64
Бурая бескарбонатная культурно-поливная почва								
0–30	0–30	нет	1,80	0,10	0,17	1,70	7,39	7,25
30–64	45–55	нет	1,10	0,07	0,10	2,34	7,44	7,01
64–90	70–85	1,2	0,40	0,04	0,16	2,17	7,41	6,77
90–115	100–111	2,5	0,30	0,05	0,15	2,34	7,78	7,33

Исследования проводились в условиях вегетационно-полевых опытов (в бетонных сосудах, врытых в землю). Площадь сосудов—0,5 кв. м, глубина—70 см. Слой почвы в 50 см подстипался на дне слоем песка в 20 см для дренажа. Схема опыта следующая: 1) контроль; 2) P₁₀₀; 3) P₁₀₀K₇₅; 4) N₅₀P₁₀₀K₇₅; 5) N₁₀₀P₁₀₀K₇₅. Повторность—четырехкратная. Возраст люцерны трехлетний. Опыты были заложены на наиболее ха-

Таблица 2

Содержание микроэлементов в бурых почвах (Г. С. Давтян, Г. Б. Бабаян, 1965)

Глубина изятия образца в см	Бор		Марганец		Молибден	
	валовой	подвижный	валовой	подвижный	валовой	подвижный
Карбонатная						
0—25	4.2	0.45	1036	2.5	1.7	0.14
50—60	3.8	0.40	1000	нет	1.7	0.14
90—100	4.0	0.40	716	нет	1.7	0.11
140—150	3.8	0.40	640	нет	1.3	0.10
Бескарбонатная						
0—28	6.8	0.38	1000	62.5	1.3	0.10
28—60	3.4	0.23	1200	37.5	1.3	0.12
60—98	3.4	0.23	1200	25.0	1.3	0.14

рактерных для Арашатской равнины разностях бурых культурно-поливных почв — карбонатной и бескарбонатной. Выше приведены некоторые агрохимические показатели исследуемых почв (табл. 1). Эти почвы характеризуются низким содержанием органического вещества и азота, относительно высоким содержанием фосфора и калия. Реакция их, даже в бескарбонатных разностях, щелочная.

Содержание микроэлементов в исследуемых почвах приведено в табл. 2. Отмечается повышенное содержание подвижного марганца в бескарбонатной разности. В отношении бора и молибдена различия не значительны.

Для определения микроэлементов брались усредненные с четырех укосов образцы люцерны. Для анализа использовалась зола растений (навеска по 20 мг в двух повторностях). Сжигание производилось на спектрографе ИСП-28 в дуге переменного тока. Спектры регистрировались на фотопластинках «Спектральные тип-1», фотометрирование производилось на микрофотометре МФ-2. Концентрации элементов определялись по градуировочным графикам, построенным в координатах S—IgC. Отклонения параллельных результатов от среднего (табл. 3) удовлетворяют нашим целям. Определялись микроэлементы: Mo, Mn, B, Cu, Fe, Ti, Ni.

Результаты опытов, приведенные в табл. 4, показали, что на бурой карбонатной почве фосфорно-калийное удобрение (Р и РК) не оказалось положительного действия на урожай люцерны. Наибольший эффект получен при внесении малой дозы азота ($N_{50}P_{100}K_{75}$). Прибавка в этом варианте составила 27%. При высокой дозе азота ($N_{100}P_{100}K_{75}$) прибавка составила всего 7,7%. На бурой бескарбонатной разности наиболее эффективным оказалось сочетание РК, прибавка урожая — 20%. Добавление малой дозы азота снизило прибавку до 9,8%, высокая же доза азота оказалась отрицательное действие.

Соотношение между сухим весом отдельных органов люцерны (листья, стебли, корни) оказалось довольно стабильным, почти не зависящим от характера почвы и применения удобрений. Величина урожайности на этих двух разностях почв примерно одинакова.

Ниже приводятся результаты исследований по накоплению и выносу микроэлементов люцерной.

Таблица 3

Содержание микроэлементов в параллельных образцах золы и отклонение от среднего в %

Элемен- ты	Mn			Mo			Cu			Fe			B			Ni			Ti				
	Параллельные результаты	Средние	Отклонение от средних	Параллельные результаты	Средние	Отклонение от средних	Параллельные результаты	Средние	Отклонение от средних	Параллельные результаты	Средние	Отклонение от средних											
Органы																							
Листья	0,044 0,052	0,0480 0,0015	±8,3 +15,4	0,0011 0,0025	0,0013 0,0025	+15,4 +6,4	0,0022 0,0025	0,00235 0,11	+6,4 0,14	0,14 0,125	0,125 ±12,0	0,019 0,018	0,0185 0,0185	+2,7 ±2,7	0,0012 0,0012	0,0012 0,0012	нет	0,047 0,043	0,045 0,045	+4,5			
Стебли	0,0025 0,0031	0,0028 0,0007	±7,0 +12,5	0,0009 0,0016	0,0008 0,0013	+12,5 +25,0	0,0016 0,013	0,0013 0,0135	+25,0 +3,7	0,013 0,014	0,0135 0,0135	0,0010 0,0010	0,0010 0,0010	нет	Очень мало		0,023 0,025	0,024 0,024	+4,2				
Корни	0,037 0,048	0,0430 0,0008	±7,5 +11,8	0,0008 2,3	0,0008 2,3	нет	0,0052 0,0041	0,0041 0,0045	+11,8 2,3	2,3 2,3	2,3 2,3	0,0016 0,0016	0,0016 0,0016	нет	0,019 0,018	0,0185 0,0185	+2,7	0,14 0,15	0,145 0,145	+3,4			

Бурая карбонатная почва

Листья	0,12 0,09	0,105 0,0019	±14 0,0019	0,0019 0,0019	0,0019 0,0019	нет	0,0033 0,0029	0,00310 0,0029	+6,5 +6,5	0,20 0,19	0,195 0,195	+2,6 +2,6	0,073 0,060	0,0665 0,0665	+9,8 +9,8	0,0020 0,0025	0,00225 0,00225	+11,1 +11,1	0,064 0,082	0,0730 0,0730	+12,3		
Стебли	0,0066 0,0054	0,0060 0,0014	±10 +7,7	0,0012 0,0013	0,0012 +7,7		0,0025 0,0024	0,00245 0,0024	+2,0 +2,0	0,022 0,018	0,020 0,020	±10,0 ±10,0	0,0010 0,0011	0,0015 0,0015	+4,8 +4,8	0,0011 0,0011	0,0011 0,0011	нет	0,025 0,024	0,0245 0,0245	+2,0		
Корни	0,079 0,082	0,0805 0,0008	±2,0 +2,0	0,0012 0,0010	0,0012 +20,0		0,014 0,011	0,01250 0,011	+12,0 3,6	3,6 3,6	3,6 3,6	нет	0,013 0,011	0,0120 0,0120	±8,3 ±8,3	0,0015 0,0013	0,014 0,014	+7,1 +7,1	0,20 0,22	0,21 0,22	+4,8		

Бурая бескарбонатная почва

Листья	0,12 0,09	0,105 0,0019	±14 0,0019	0,0019 0,0019	0,0019 0,0019	нет	0,0033 0,0029	0,00310 0,0029	+6,5 +6,5	0,20 0,19	0,195 0,195	+2,6 +2,6	0,073 0,060	0,0665 0,0665	+9,8 +9,8	0,0020 0,0025	0,00225 0,00225	+11,1 +11,1	0,064 0,082	0,0730 0,0730	+12,3		
Стебли	0,0066 0,0054	0,0060 0,0014	±10 +7,7	0,0012 0,0013	0,0012 +7,7		0,0025 0,0024	0,00245 0,0024	+2,0 +2,0	0,022 0,018	0,020 0,020	±10,0 ±10,0	0,0010 0,0011	0,0015 0,0015	+4,8 +4,8	0,0011 0,0011	0,0011 0,0011	нет	0,025 0,024	0,0245 0,0245	+2,0		
Корни	0,079 0,082	0,0805 0,0008	±2,0 +2,0	0,0012 0,0010	0,0012 +20,0		0,014 0,011	0,01250 0,011	+12,0 3,6	3,6 3,6	3,6 3,6	нет	0,013 0,011	0,0120 0,0120	±8,3 ±8,3	0,0015 0,0013	0,014 0,014	+7,1 +7,1	0,20 0,22	0,21 0,22	+4,8		

Таблица 4

Влияние удобрений на биомассу люцерны и соотношение органов

Почва		Бурая карбонатная					Бурая бескарбонатная				
Варианты	Органы	биомасса, г/сосуд	г/сосуд	% от биомассы	урожай, %	зола, %	биомасса, г/сосуд	г/сосуд	% от биомассы	урожай, %	зола, %
Контроль	Листья	600,0	45,7		15,23		580,0	41,4		16,96	
	Стебли	1313,9	498,3	37,8	100,9	7,21	1401,6	614,0	43,8	100,0	8,16
	Корни	215,6	16,5			7,20	207,6	14,8			7,27
P_{100}	Листья	610,0	45,7		13,90		730,9	50,6		16,42	
	Стебли	1334,6	480,3	36,7	101,6	6,47	1445,5	527,1	36,5	103,1	8,62
	Корни	235,3	17,6			7,02	187,5	12,9			7,40
$P_{100}K_{75}$	Листья	623,0	46,6		17,99		750,5	44,7		11,52	
	Стебли	1336,9	468,6	35,1	101,7	6,48	1681,9	688,4	40,9	120,0	6,71
	Корни	245,3	18,3			7,61	243,0	14,4			7,46
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	740,0	44,2		14,86		710,3	46,2		14,72	
	Стебли	1672,4	733,3	43,8	127,3	6,66	1539,0	618,4	40,2	109,8	8,70
	Корни	199,1	12,0			7,90	210,3	13,6			7,63
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	690,0	48,8		14,72		582,0	44,0		14,93	
	Стебли	1414,0	518,9	36,7	107,7	8,25	1322,5	525,5	39,8	97,2	7,60
	Корни	205,6	14,5			6,85	215,0	16,2			7,20

Марганец. В литературе имеются данные [1] по уменьшению усвояемости марганца на карбонатной почве. Известкование кислых почв также приводит к уменьшению подвижности, а следовательно, и усвояемости его растениями. Это явление очень четко наблюдается в нашем опыте (табл. 5). Содержание Мп в люцерне, выращенной на бескарбонатной почве, значительно выше, чем на карбонатной.

Распределение Мп в органах люцерны почти не зависит от характера почвы и внесения удобрений. Как видно из таблицы, в листьях люцерны содержится 84—92%, в корнях—6—14%, а в стеблях—1—2% общего количества Мп в биомассе люцерны.

Таким образом, урожаем выносится из почвы 86—93% всего поглощенного растением Мп.

Внесение удобрений не оказалось заметного влияния на вынос Мп, кроме варианта $N_{50}P_{100}K_{75}$, где вынос несколько повышен.

Молибден. Вынос Mo люцернной (табл. 6) несколько выше на бескарбонатной почве. Влияние удобрений на вынос почти не сказывается, и лишь в варианте $N_{50}P_{100}K_{75}$ на обеих разностях почв отмечается некоторое повышение, произшедшее на карбонатной почве от увеличения урожайности, а на бескарбонатной—от увеличения удельного содержания Mo в растении.

Содержание Mo на карбонатной почве составляет: в листьях—78—83%, в стеблях—13—14%, в корнях—2—8%; на бескарбонатной почве соответственно 67—79%, 17—21%; от следов—до 8%. Как видим, на бескарбонатной почве накопление Mo в стеблях люцерны несколько увеличивается за счет уменьшения его в листьях. Таким образом, вынос урожаем составляет 92% и выше от поглощенного растением Mo.

Бор. Данные литературы [1] показывают, что известь уменьшает подвижность бора и поступление его в растения, поэтому применени-

Таблица 5

Содержание марганца в люцерне и его вынос урожаем

Почвы		Бурая карбонатная							Бурая бескарбонатная						
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот					В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем	мг/сосуд			мг/сосуд	%	всего	мг/сосуд	%
Контроль	Листья	0,054	82,2	49,3	88			50,2	90	0,15	254,0	147,6	92		
	Стебли	0,0024	1,7	0,86	2	56,0				0,0036	2,9	1,8	1	160,0	149,4
	Корни	0,038	27,4	5,9	10					0,070	50,9	10,6	7		
P_{100}	Листья	0,057	79,2	48,3	88					0,14	230	168,0	92		
	Стебли	0,0022	1,4	0,69	1	55,3		49,0	89	0,0068	5,9	3,1	2	181,9	171,1
	Корни	0,038	26,7	6,3	11					0,078	57,7	10,8	6		
$P_{100}K_{75}$	Листья	0,048	90,0	56,1	86					0,11	127,0	95,3	84		
	Стебли	0,0028	1,8	0,85	1	65,0		57,0	87	0,006	4,0	2,8	2	112,8	98,1
	Корни	0,043	32,7	8,0	13					0,081	60,4	14,7	14		
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	0,056	83,2	61,6	89					0,161	236	168,0	91		
	Стебли	0,0017	1,1	0,83	1	69,4		62,4	90	0,0078	6,8	4,2	2	185,4	172,2
	Корни	0,0044	34,8	6,9	10					0,082	62,6	13,2	7		
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	0,058	85,4	58,9	89					0,155	231	134	88		
	Стебли	0,0019	1,6	0,81	1	66,3		59,7	90	0,007	5,3	2,8	2	152,3	136,8
	Корни	0,047	32,2	6,62	10					0,100	72	15,5	10		

Таблица 6

Содержание молибдена в люцерне и его вынос урожаем

Почвы		Бурая карбонатная								Бурая бескарбонатная							
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем мг/сосуд
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем мг/сосуд			мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем мг/сосуд				%
Контроль	Листья	0,0014	2,1	1,3	80	1,62	1,51	93	0,0018	3,1	1,8	77	2,33	2,20	94		
	Стебли	0,0006	0,43	0,21	13				0,0008	0,65	0,40	17					
	Корни	0,0007	0,50	0,11	7				0,0009	0,65	0,13	6					
P ₁₀₀	Листья	0,0013	1,80	1,10	80	1,38	1,29	94	0,0017	2,8	2,0	75					
	Стебли	0,0006	0,39	0,19	14				0,0011	0,95	0,50	19	2,65	2,50	94		
	Корни	0,0006	0,39	0,09	6				0,0011	0,81	0,15	6					
P ₁₀₀ K ₇₅	Листья	0,0013	2,3	1,5	79				0,0019	2,2	1,6	67					
	Стебли	0,0008	0,52	0,24	13	1,90	1,74	92	0,0013	0,87	0,60	25	2,38	2,20	92		
	Корни	0,0008	0,64	0,16	8				0,0010	0,75	0,18	8					
N ₅₀ P ₁₀₀ K ₇₅	Листья	0,0015	2,2	1,7	80	2,17	2,09	98	0,0025	3,7	2,6	75					
	Стебли	0,0008	0,53	0,39	18				0,0014	1,2	0,75	22	3,45	3,35	97		
	Корни	0,0005	0,40	0,08	2				0,0006	0,46	0,10	3					
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₇₅	Листья	0,0016	2,4	1,63	80	1,98	1,89	96	0,0022	3,3	1,9	79					
	Стебли	0,0006	0,50	0,26	13				нет	нет	0,51	21	2,42	2,42	100		
	Корни	0,0007	0,45	0,09	4				не обнаружено	не обнаружено							

Таблица 7

Содержание бора в люцерне и вынос его урожаем

Почвы		Бурая карбонатная							Бурая бескарбонатная						
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом вещ-ве, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				В золе, %	В сухом вещ-ве, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот					
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем мг/сосуд			мг/сосуд	%	всего	мг/сосуд		
Контроль	Листья	0,025	38,0	22,9	97			0,038	64,4	37,4	95				
	Стебли	0,001	0,72	0,36	2	23,5	23,3	0,001	0,82	0,50	1	39,4	37,9	96	
	Корни	0,0016	1,2	0,25	1			0,010	7,3	1,51	4				
P_{100}	Листья	0,027	38,0	22,9	98			0,045	73,9	54,0	98				
	Стебли	0,001	0,65	0,32	1	23,5	23,2	0,0012	1,03	0,54	1	55,1	54,5	99	
	Корни	0,0019	1,3	0,31	1			0,0040	2,96	0,56	1				
$P_{100}K_{75}$	Листья	0,019	34,0	21,3	97			0,066	76,0	57,0	95				
	Стебли	0,001	0,65	0,30	1,5	21,9	21,3	0,001	0,67	0,46	1	59,6	57,5	96	
	Корни	0,0016	1,2	0,30	1,5			0,012	9,0	2,17	4				
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	0,027	40,0	29,7	97			0,066	97,2	69,0	95				
	Стебли	0,01	0,67	0,49	2	20,5	29,7	0,0023	2,0	1,24	2	72,3	70,2	97	
	Корни	0,0022	1,7	0,35	1			0,013	9,9	2,10	3				
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	0,022	32,0	22,3	97			0,002	137	79,7	99				
	Стебли	0,001	0,83	0,43	2	23,0	22,7	0,0015	1,1	0,60	0,5	80,8	80,3	99	
	Корни	0,0018	1,2	0,25	1			0,0030	2,2	0,46	0,5				

борных удобрений при известковании кислых почв играет особенно важную роль.

Наши данные показали, что, несмотря на более высокое содержание подвижного бора в карбонатной почве по сравнению с бескарбонатной, содержание бора в люцерне на бескарбонатной почве значительно выше. Отмечается также различие в воздействии удобрений на вынос бора из исследуемых почв (рис. 1). Вынос бора на бескарбонатной разности увеличивается под влиянием удобрений. Наибольший вынос отмечается в варианте NPK, особенно при высокой дозе азота, при этом никакой связи с увеличением урожая не наблюдается. На карбонатной почве содержание бора в растении под влиянием удобрений почти не изменяется.

Распределение бора по органам растений на обеих почвах примерно одинаково: 95—99% бора находится в листьях, 0,5—2%—в стеблях, 0,5—4%—в корнях (табл. 7).

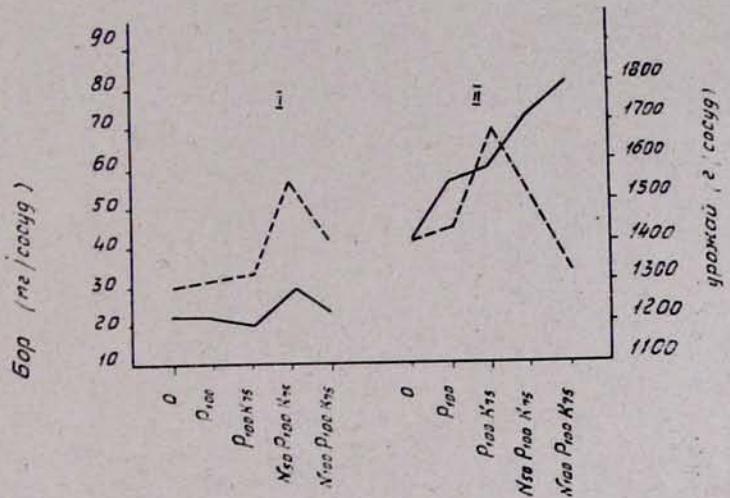


Рис. 1. Влияние удобрений на урожай люцерны и вынос бора на бурой карбонатной (I) и бурой бескарбонатной (II) почвах. Штриховка — урожай, сплошная линия — содержание бора.

Медь. Растения усваивают и выносят из почвы незначительные количества меди, но все же некоторые почвы, как, например, торфяно-болотистые, непригодны для возделывания растений без внесения меди, ибо медь здесь находится в малоусвояемом виде [4].

Бурые почвы относятся к группе обеспеченных медью — содержание в них подвижных форм меди колеблется от 6 до 12 мг/кг [1].

Содержание меди в люцерне и вынос урожаем, как показывают наши данные (табл. 8), несколько выше на бескарбонатной почве. Четко выраженного влияния удобрений на вынос меди не отмечается.

Представляет интерес распределение меди по органам растений. В отличие от Mn, В, Mo, содержание меди в корнях и стеблях больше, чем в листьях. На исследуемых почвах содержание Cu в листьях люцерны составляет 44—71%, в корнях—14—36%, в стеблях—10—22% общего содержания его в биомассе люцерны.

Железо. По своему содержанию в почве железо не относится к микроэлементам, но на богатых кальцием почвах часто проявляется железное голодание растений (хлороз). Как показывают данные табл. 9, со-

Таблица 8

Содержание меди в люцерне и его вынос урожаем

Почвы		Бурая карбонатная							Бурая бескарбонатная						
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот					В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем				мг/сосуд	%	всего	мг/сосуд	%
Контроль	Листья	0,0020	3,1	1,8	64	2,8	2,2		79	0,0035	5,9	3,5	65		
	Стебли	0,0012	0,87	0,43	15	2,8	0,0014			0,0080	1,1	0,7	13	5,4	4,2
	Корни	0,0040	2,8	0,60	21		0,0080				5,8	1,2	22		78
P_{100}	Листья	0,0023	3,2	2,0	65		0,0042			0,0042	6,9	5,0	70		
	Стебли	0,0013	0,84	0,41	13	3,1	0,0025		78	0,0025	2,2	1,1	15	7,2	6,1
	Корни	0,0040	2,8	0,66	22		0,0080				5,9	1,1	15		85
$P_{100}K_{75}$	Листья	0,0023	4,2	2,6	70		0,0031			0,0031	3,6	2,7	44		
	Стебли	0,0013	0,84	0,39	10	3,7	0,0025		80	0,0025	1,7	1,2	20	6,1	3,9
	Корни	0,0046	3,0	0,75	20		0,0120				9,0	2,2	36		64
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	0,0023	3,4	2,5	66		0,0040			0,0040	5,9	4,2	53		
	Стебли	0,0012	0,80	0,59	16	3,8	0,0021		82	0,0021	1,8	1,1	14	7,9	5,3
	Корни	0,0044	3,48	0,69	18		0,0100				12,2	2,6	33		67
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	0,0024	3,5	2,4	71		0,0033			0,0033	4,9	2,9	64		
	Стебли	0,0011	0,91	0,47	14	3,4	0,0026		85	0,0026	2,0	1,0	22	4,5	3,9
	Корни	0,0035	2,4	0,49	15		0,0040				2,9	0,62	14		86

Таблица 9

Содержание железа в люцерне и его вынос урожаем

Почвы		Бурая карбонатная							Бурая бескарбонатная						
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				В золе, %	В сухом веществе, мг/кг
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем			мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем		
Контроль	Листья	0,12	183	110	25			0,34	577	335	36				
	Стебли	0,01	7,2	3,6	1	447,6		0,01	8,2	5,0	0,5	942	340	36	
	Корни	2,15	1548	334	74			4,0	2900	602	63,5				
P_{100}	Листья	0,14	195	119	21			0,29	476	348	40				
	Стебли	0,01	6,5	3,2	0,5	560,2		0,022	19,0	10	1,0	877	358	41	
	Корни	2,65	1860	438	78,5			4,2	3108	529	59				
$P_{100}K_{75}$	Листья	0,12	216	134,3	24			0,2	230	173	21				
	Стебли	0,014	9,1	4,3	1	567,3		0,02	13,4	9,2	1	835,2	182,2	22	
	Корни	2,3	1750	429	75			3,6	2636	653	78				
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	0,12	178	132	26			0,34	500	355	33				
	Стебли	0,01	6,7	4,9	1	514,9		0,027	23,5	14,5	1	1091,5	369,5	34	
	Корни	2,4	1896	378	73			4,5	3434	722	66				
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	0,19	280	193	35			0,29	435	252	24				
	Стебли	0,01	8,3	4,3	1	549,3		0,023	17,5	9,2	1	1036,2	261,2	25	
	Корни	2,5	1713	352	64			5,2	3744	805	75				

держание железа в люцерне на бескарбонатной почве почти в 2—3 раза больше, чем на карбонатной. Очень характерно содержание железа в растении: наибольшая часть его накапливается в корнях (от 59 до 78%), затем в листьях (21—36%), в стеблях же содержится всего около 1%. В результате вынос железа урожаем составляет примерно третью часть поглощенного растением железа. Четкой закономерности в воздействии удобрений на вынос железа не наблюдается.

Титан. Роль титана в жизни растений и особенно участие его в составе тех или иных ферментов и других органо-минеральных соединений изучена еще очень недостаточно. Некоторые сведения о значении малых количеств этого элемента мы встречаем у А. А. Дробкова [5], обнаружившего значительное повышение урожайности льна, в особенности его семян, в условиях водной культуры под влиянием незначительных количеств титана. Здесь же встречаются некоторые сведения об участии титана в окислительно-восстановительных процессах. Содержание титана в почвах колеблется в пределах 0,1—0,4%.

Наши исследования показали, что на бескарбонатной почве вынос титана больше. Наблюдаются изменения в выносе титана под влиянием удобрений, однако эти изменения не закономерны. Наибольшее количество титана содержится в листьях—41—67%, затем в корнях—21—44% и наименьшее в стеблях—8—12%. В результате вынос урожаем составляет 56—79% поглощенного растением титана (табл. 10).

Никель. В литературе о никеле почти не имеется сведений. Результаты наших опытов показали, что наибольшее количество никеля накапливается в корнях люцерны, а наименьшее—в стеблях. Содержание никеля в органах люцерны зависит от характера почвы. На карбонатной разности листьями выносится 26—48% общего количества никеля в люцерне. В стеблях никель не был обнаружен (т. е. содержание его находилось ниже предела чувствительности метода). На бескарбонатной же почве в стеблях люцерны содержалось до 10—12% никеля, а в листьях—в пределах 33—45%. В общем, вынос никеля биомассой люцерны на бескарбонатной почве выше, чем на карбонатной. Вынос никеля урожаем на карбонатной почве составлял 26—48%, а на бескарбонатной—44—56% (табл. 11).

На рис. 2 и 3 представлены данные содержания исследуемых микроэлементов в органах люцерны.

По своему содержанию в почвах и накоплению в растениях железо фактически относится к макроэлементам. Следующим по своему содержанию в люцерне элементом является титан, роль и значение которого, несмотря на значительное его содержание, почти не исследованы. По количественному содержанию в люцерне исследуемые элементы представлены в таком порядке: Fe, Ti, Mn, B, Ni, Cu, Mo. Эти элементы накапливаются больше в листьях или в корнях, наименьшее их содержание в стеблях. При этом Mn, Mo, B накапливаются преимущественно в листьях, железо и никель—в корнях. На карбонатной почве никеля больше в корнях, а на бескарбонатной—в листьях.

Приведенные в табл. 12 данные указывают на определенную направленность миграции исследуемых элементов. Так, урожаем выносится из почвы 90—99% поглощенного биомассой Mn, Mo, B. Особенно интенсивно происходит этот процесс у бора. Миграция железа и никеля идет фактически в сторону их биологического накопления—большая часть поглощенного биомассой количества их остается в почве с корнями. При этом из бескарбонатной почвы выносится урожаем больше никеля (55%) и железа (36%), чем из карбонатной (соответственно 37 и

Таблица 10

Содержание титана в люцерне и его вынос урожаем

Почвы		Бурая карбонатная						Бурая бескарбонатная					
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот			
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем			мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем
Контроль	Листья	0,048	73,1	43,9	60			0,092	156	90,5	67		
	Стебли	0,021	15,1	7,5	10	73,1	51,4	0,021	17,1	10,5	8	135,7	101,0
	Корни	0,14	101	21,7	30			0,23	167	34,7	25		
P_{100}	Листья	0,044	61,2	37,3	50			0,050	82,1	60,0	58		
	Стебли	0,021	13,6	6,7	9	73,7	44,0	0,027	23,3	12,3	12	104,2	72,3
	Корни	0,18	126	29,7	41			0,23	170	31,9	30		
$P_{100}K_{75}$	Листья	0,045	81	50,5	59			0,073	85,2	63,9	56		
	Стебли	0,024	15,6	7,3	9	85,8	57,8	0,025	16,8	11,6	11	113,7	75,5
	Корни	0,15	114	28,0	32			0,21	157	38,2	33		
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	0,052	77,2	57,1	66			0,060	88,3	62,7	41		
	Стебли	0,016	10,7	7,9	9	87,0	65,0	0,026	22,6	57,3	38	152,1	120,0
	Корни	0,14	110,6	22,0	25			0,20	153	32,1	21		
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	0,070	103	71,1	71			0,050	74,7	43,5	45		
	Стебли	0,019	15,7	8,1	8	100,4	79,2	0,026	19,8	10,4	11	95,6	53,9
	Корни	0,15	103	21,2	21			0,27	194	41,7	44		

Таблица II

Содержание никеля в люцерне и его вынос урожаем

Почвы		Бурая карбонатная						Бурая бескарбонатная					
Варианты	Органы	В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот				В золе, %	В сухом веществе, мг/кг	Вовлекается в биологический круговорот			
				мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем			мг/сосуд	%	всего	Вынос урожаем
Контроль	Листья	0,0012	1,8	1,1	37	3,0	1,1	37	0,0023	3,9	2,3	45	
	Стебли	не обнаружен	—	—	—	—	—	—	0,010	0,82	0,5	10	
	Корни	0,012	8,7	1,9	63	3,0	1,1	37	0,015	10,9	2,3	45	
P_{100}	Листья	0,0012	1,7	1,0	26	3,8	1,0	26	0,0015	2,5	1,8	43	
	Стебли	не обнаружен	—	—	—	—	—	—	0,0011	1,0	0,5	12	
	Корни	0,017	11,9	2,8	74	3,8	1,0	26	0,014	10,4	1,9	45	
$P_{100}K_{75}$	Листья	0,0012	2,2	1,4	29	4,8	1,4	29	0,0023	3,0	2,3	43	
	Стебли	не обнаружен	—	—	—	—	—	—	0,0011	0,7	0,5	10	
	Корни	0,018	13,7	3,4	71	4,8	1,4	29	0,014	10,4	2,5	47	
$N_{50}P_{100}K_{75}$	Листья	0,0012	1,8	1,3	48	2,7	1,3	48	0,0020	2,9	2,1	33	
	Стебли	не обнаружен	—	—	—	—	—	—	0,0015	1,3	0,8	12	
	Корни	0,009	7,1	1,4	52	2,7	1,3	48	0,022	16,8	3,5	55	
$N_{100}P_{100}K_{75}$	Листья	0,0016	2,4	1,6	40	4,1	1,6	40	0,0020	3,0	1,7	33	
	Стебли	очень мало	—	—	—	—	—	—	0,0014	1,1	0,56	11	
	Корни	0,018	12,3	2,5	60	4,1	1,6	40	0,019	13,7	2,9	56	

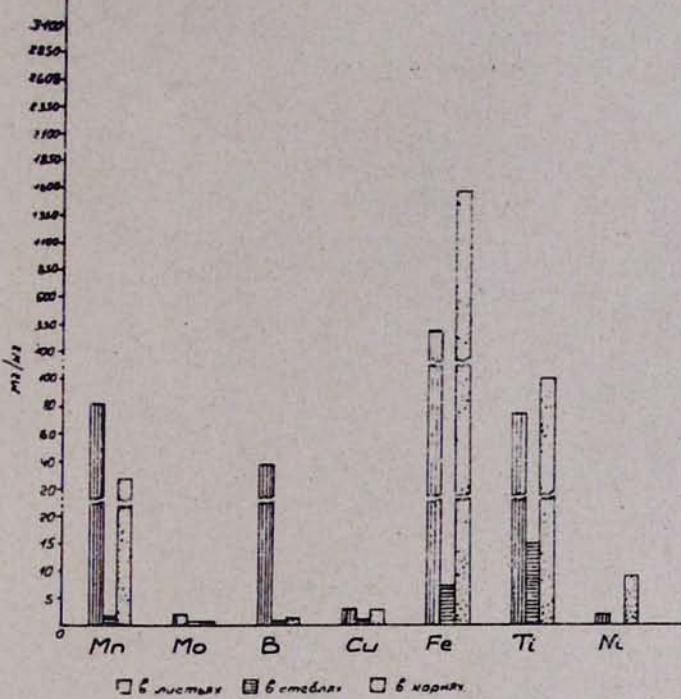


Рис. 2. Содержание микроэлементов в органах люцерны на карбонатной почве.

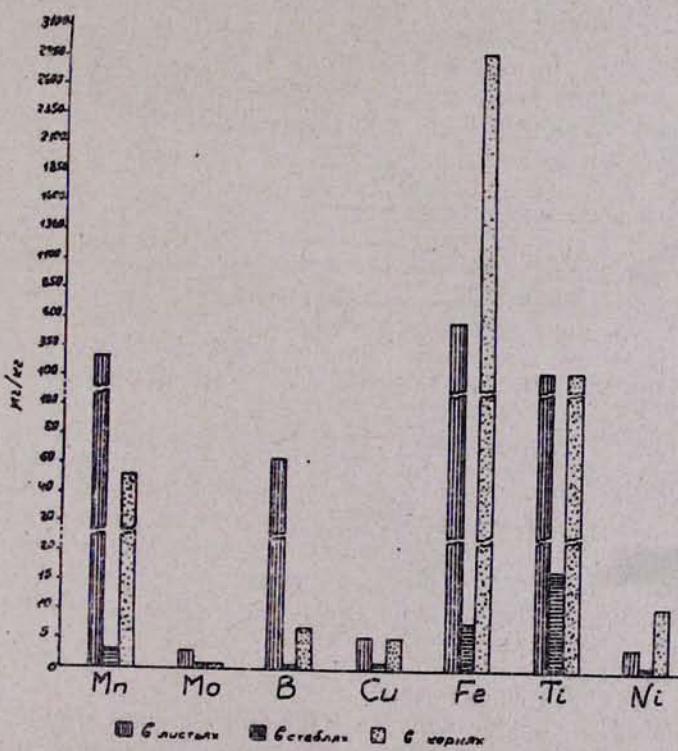


Рис. 3. Содержание микроэлементов в органах люцерны на бескарбонатной почве.

26%). Более слабая подвижность этих элементов в почве наблюдается на карбонатной разности почв. Медь и титан в этом отношении занимают среднее положение—70—79% поглощенного люцерной общего количества этих элементов выносится урожаем, 21—30% остается в почве с корнями.

Таблица 12

Сравнительный вынос микроэлементов урожаем люцерны

Почва	Бурая карбонатная		Бурая бескарбонатная	
	Выносится надземной частью, %	Остается в почве, %	Выносится надземной частью, %	Остается в почве, %
Элемент				
B	99	1	96	4
Mo	93	7	93	6
Mn	90	10	78	7
Cu	79	21	75	22
Ti	70	30	55	25
Ni	37	63	36	45
Fe	26	74		64

Выводы

Таким образом, на основании приведенного материала можно сделать следующие выводы:

1. Уровень урожая люцерны на карбонатной и бескарбонатной разностях почв почти одинаков.

2. Положительное действие удобрений проявилось: на карбонатной разности—от малой дозы азота на фоне РК ($N_{50}P_{100}K_{75}$), прибавка—27%; на бескарбонатной разности—от $P_{100}K_{75}$, прибавка—20%.

3. Соотношение между сухим весом отдельных органов на исследуемых почвах в удобренных и неудобренных вариантах колебалось в незначительных пределах (в процентах от общего веса): листья—41—50, стебли—35—43, корни—12—18.

4. Исследуемые элементы по количественному их содержанию в биомассе люцерны представляют исходящий ряд: Fe, Ti, Mn, B, Ni, Cu, Mo.

5. Mn, Mo и B накапливаются преимущественно в листьях, Fe и Ni—в корнях; содержание Cu и Ti в листьях и корнях почти одинаковое. В стеблях содержание всех микроэлементов наименьшее.

6. Отмечается тенденция к увеличению содержания в биомассе люцерны (надземная часть + корни) исследуемых элементов на бескарбонатной почве по сравнению с карбонатной.

7. Влияние удобрений на содержание в люцерне или вынос урожаем исследуемых элементов не проявляется совсем или проявляется слабо. Так, отмечается увеличение выноса B на бескарбонатной почве в удобренных вариантах, при этом связи с увеличением урожая не отмечается.

8. Исследуемые элементы можно распределить на три группы по их поведению в системе почва—растение:

1) Mo, Mn, B—90—99% поглощенного биомассой количества их отчуждается из почвы урожаем.

2) Cu и Ti занимают среднее положение, 70—79% поглощенного количества их выносится из почвы.

3) Fe и Ni—больше половины (63—74%) общего содержания их в биомассе люцерны остается в почве с корневыми остатками.

ՈՐՈՇ ՄԻԿՐՈԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՌՎՈՒՅՑԻ ՄԵջ
ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԱՐՏԱՇՈՒՄԸ

Ա մ ֆ ո փ ո ւ մ

Աշխատանքում ուսումնասիրվել է Արարատյան դաշտավայրի գորշ կարբոնատային և գորշ ոչկարբոնատային հողատիպերի վրա աճեցրած առվուտի մեջ պարունակվող Mn, Mo, Cu, Ni, Fe, Ti, B-ի քանակությունը և նրանց այն մասը, որ դուրս է բերվում բերքի հետ։ Արդյունքները ցույց են տվել, որ Mn, Mo, և B-ը հիմնականում կուտակվում են տերևներում, և նրանց 90—99%-ը դուրս է բերվում բերքի հետ։ Fe և Ni-ը կուտակվում են արմատներում, այդ էլեմենտների 63—74% մնում է հողում։ Cu և Ti-ը մոտավորապես հավասարաշափ են բաշխվում տերևներում և արմատներում։ Բոլոր նշշած էլեմենտների պարունակությունը ցողունի մեջ ամենացածրն է։ Հողի կարբոնատությունը բացասական է ազդում այդ էլեմենտների կլանման վրա։ Պարարտացման ազդեցությունը այդ էլեմենտների պարունակության վրա առվուտի մեջ աննշան է։

L. A. ARARATYAN, R. K. RAPHAELYAN

STUDIES ON SOME MICRO-ELEMENTS CONTAINED IN AND REMOVED FROM LUCERNE PLANTS.

Summary

Microelements such as Mo, Mn, B are mainly accumulated in the leaves and 90—99% are removed from the crop yield. 63—74% of Fe and Ni accumulate in the roots, while Cu and Ti are equally distributed in the roots and leaves. The stem has the lowest amount of all these elements.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пейве Я. В. Микроэлементы и ферменты. 1960.
2. Школьник М. Я., Макарова Н. А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. 1957.
3. Давтян Г. С., Бабаян Г. Б. Агрономическая характеристика почв Армянской ССР. В книге «Агрономическая характеристика почв СССР (серия Закавказье)». 1965.
4. Лашкевич Г. И. Применение медь- и борсодержащих удобрений под сельскохозяйственные культуры на торфяных почвах. Сб.: «Микроэлементы в жизни растений и животных», 1952.
5. Дробков А. А. Микроэлементы и естественные радиоактивные элементы в жизни растений. 1958.