

Л и т е р а т у р а

1. Н.С.Петин. Физиология орошаемой пшеницы. М., Изд-во АН СССР, 1959, с.74-75.
2. Н.Н.Варасова, А.П.Шустова. Рост и развитие растений. В кн.: "Физиология растений", Л., "Колос", 1969, с.155-173.
3. Г.С.Давтян. Гидропоника. В справочной книге по химизации сельского хозяйства. М., "Колос", 1969, с.271-286.
4. Е.Бурлакова. Определение осмотического давления по методу Барджера-Раста. Малый практикум по биофизике, 1964, с.100-106.
5. З.И.Хурбицкий. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М., Изд-во АН СССР, 1963, с.86-96.
6. П.В.Попов. Вычисление средних арифметических величин и достоверности разницы между ними при проведении полевых или лабораторных опытов. К. "Химия в сельском хозяйстве", № 7, 1965, с.74-78.

Г.С.ДАВТЯН, Л.А.АРАТАН

НАКОПЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ НА ПОЧВЕ И В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ

При гидропоническом выращивании растений питательные элементы находятся в наиболее усвояемой форме, тогда как в почве лишь очень небольшая часть их доступна растениям.

Исследование питания растений и плодородия почвы привело к возможности возделывания растений вовсе без почвы - но это, в свою очередь, способствует накоплению научных данных для лучшего ведения земледелия на почве [1,2] .

Целью наших исследований было изучение накопления в растениях элементов Fe, Ti, Mn, Ni, Cu, Mo, B в зависимости от содержания в почве их валовых, обменных и воднорастворимых форм и сравнение этих данных с результатами анализа гидропонических растений, которые в данном случае рассматриваются как контрольные, ибо высокие урожаи сельскохозяйственных культур, получаемые в условиях гидропонического выращивания растений, свидетельствуют об обеспеченности их основными элементами питания, в том числе и рассматриваемыми нами. При этом намечалось выяснить, какие из форм содержаний этих элементов в почве могут наиболее правильно отражать степень обеспеченности растений ими.

Мы использовали коэффициент биологического поглощения (КБП), представляющий отношение содержания элемента в золе растений к содержанию его в питательной среде [3]. Подобные исследования проводились нами ранее с группой щелочных элементов [4].

Исследования вели на растениях помидора, перца и сахарной свеклы в условиях открытой гидропоники и на бурой карбонатной почве, агрохимические показатели которой приводятся в работе Г.С.Давтяна и Бабаева [5]. Оба участка расположены на небольшой территории в одних и тех же климатических условиях Экспериментальной станции Института.

Содержание элементов в исследуемых объектах определяли спектральным методом. Для анализа использовали золу растений, почвенную, прокаленную при 400°C , сухие остатки водной и уксуснокислотной вытяжек, а также плотный остаток питательного раствора. Образцы испарялись в дуге переменного тока силой 15 а. Перед напылкой в канал угольного электрода образцы в навеске 20 мг смешивались с одинаковым количеством угольного порошка, для стабилизации процесса испарения и нивелирования различий в составе матрицы, влияющей на почернение линий исследуемых элементов. Использовали спектрограф ИСП-28. Спектры регистрировали на фотопластиночке "Тип-1". Образцы анализировались по методу "трех этапов", в трех повторениях [6,7]. Средняя квадратичная ошибка определений, рассчитанная по текущим определениям [8], колебалась для разных элементов в пределах $\pm 5-15\%$.

Исследования с растениями помидора и перца проводили в течение двух лет. В работе использованы усредненные данные; содержания элементов по годам колеблются в основном в пределах 0-50% и не могут существенно влиять на общую картину величин КБП. Опыт с сахарной свеклой проводились в течение года.

В табл. I приведены данные содержания валовых, обменных и воднорастворимых форм элементов, а также содержания их в питательном растворе по рецепту Г.С.Давтяна [9]. Из исследованных элементов лишь титан и никель не входят в состав питательного раствора, однако они могут быть выщелочены раствором из населенных вегетационных делянок или же находится в виде следов в использованных удобрительных солях. Данные позволили установить следующие нисходящие ряды абсолютного содержания элементов в почве: валовых количеств - $\text{Fe} > \text{Ti} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{V} > \text{Cu} > \text{Mo}$ обменных: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{V} > \text{Ti} > \text{Cu} > \text{Ni}$, воднорастворимых форм - $\text{Fe} > \text{Ti} > \text{Mn} > \text{V} > \text{Cu} > \text{Mo}$, а также в питательном растворе - $\text{Fe} > \text{Mn} >$

Таблица I

Содержание различных форм микроэлементов в почве и питательном растворе (% на сух. почву и % в питательном растворе)

Элементы		П о ч в а			Гидропоника
		Батювое содержание	Обменная форма	Воднораст-воримая форма	Питательный раствор
Fe		1,57	0,00042	0,000096	0,0001
	относит. %	100	0,027	0,006	
Mn		0,084	0,00023	0,0000065	0,000035
	относит. %	100	0,270	0,008	
Ti		0,18	0,000038	0,000010	0,0000036
	относит. %	100	0,021	0,006	
Ni		0,0043	0,0000025	0,00000048	не обнаружено
	относит. %	100	0,058	0,011	
Cu		0,0018	0,0000074	0,0000018	0,0000040
	относит. %	100	0,41	0,10	
Mo		не обн. (< 0,0005)	на (< 0,0005) обн. в сух. в-ве	0,0000014	0,0000049
	относит. %	-	-	-	
B		0,0033	0,00014	0,0000055	0,000035
	относит. %	100	4,2	0,17	

$B > Mo > Cu > Ti$. Содержание обменного никеля и молибдена, а также содержание никеля в питательном растворе оказались ниже предела чувствительности их определения.

В почве по степени образования более доступных форм (% от валового) исследуемые элементы составляют ряды: для обменной формы $- B > Cu > Mn > Ni > Fe > Ti$, для воднорастворимой формы $- B > Cu > Ni > Mn > Fe > Ti$. Как видим, эти ряды почти одинаковы, как и ряды содержания валовых и воднорастворимых форм. Это объясняется, очевидно, прочностью связи элемента с почвой. Подобная связь между содержанием различных форм соединений элементов в почве отмечена также для группы щелочных элементов [10, 11].

В табл. 2 приведены данные содержания микроэлементов в золе отдельных органов исследуемых растений. Полученные нами данные, а также литературные сведения [12 - 14] позволяют установить общую картину распределения микроэлементов в различных растениях:

Элементы	Преимущественное накопление в растениях
Ti, Fe	главным образом в корнях
Cu, Ni	приурочены к корням, или распределяются равномерно
Mn	в надземной части, или распределяется равномерно
Mo, B	как правило, в надземной части

Конечно, в зависимости от различных факторов указанные закономерности могут несколько меняться: к примеру, в сахарной свекле, из-за специфики функции корней, указанная закономерность в отношении железа нарушена (табл. 2).

Прежде чем перейти к рассмотрению полученных данных, следует учесть, что при интерпретации величин КЭП могут быть два случая:

1. при сравнении величин КЭП элемента для отдельных органов растений (при одной и той же величине содержания его в питающей среде) чем больше содержание его в отдельных органах, тем больше величина КЭП, тем больше и его биологическое поглощение.

2. при сравнении величин КЭП элемента для целого растения, выращенного в почвенных (с учетом валового и подвижных форм) и гидропонических условиях, с уменьшением содержания элемента в среде величины КЭП повышаются, и потому во сколько раз величины КЭП элемента для почвенных растений больше по сравнению с

Содержание микроэлементов в золе растений, %

Куль- тура	Усло- вия выра- живания	Органы растения	Fe	Mn	Al	Cu	Mo	Ti	B
			1	2	3	4	5	6	7
Помидор	Гидропоника	листья	0,47	0,055	0,0022	0,0026	0,00100	0,037	0,044
		стебли	0,22	0,035	0,0024	0,0021	0,00100	0,011	0,014
		корни	2,2	0,190	0,0130	0,0240	-	0,150	0,015
		плоды зре- лые	0,053	0,013	0,00073	0,0023	0,00060	0,0011	0,0053
		плоды не- зрелые	0,052	0,015	0,00070	0,0031	0,00120	0,0015	0,0054
		целое рас- тение	0,41	0,048	0,0022	0,0037	0,00088	0,029	0,026
	Почва	листья	0,51	0,066	0,0026	0,0065	0,00020	0,041	0,027
		стебли	0,24	0,031	0,0025	0,0090	0,00025	0,018	0,010
		корни	1,1	0,029	0,0035	0,0070	-	0,100	0,007
		плоды зре- лые	0,072	0,013	0,0009	0,0064	0,00100	0,0021	0,0064
		плоды не- зрелые	0,063	0,013	0,0007	0,0074	0,00046	0,00088	0,0063
		целое рас- тение	0,37	0,041	0,0021	0,0070	0,00042	0,029	0,016
Перец	Гидропоника	листья	0,27	0,038	0,0018	0,00042	0,00020	0,020	0,080
		стебли	0,089	0,038	0,0015	0,0016	0,00029	0,0071	0,014
		корни	1,9	0,160	0,0170	0,0092	-	0,34	0,006
		плоды зре- лые	0,065	0,012	0,0010	0,0023	0,00015	0,0033	0,0056
		плоды не- зрелые	0,065	0,011	0,00065	0,00065	-	0,0011	0,0058
		целое рас- тение	0,35	0,040	0,0009	0,0023	0,00014	0,049	0,028
	Почва	листья	0,50	0,063	0,0030	0,0073	0,00017	0,060	0,045
		стебли	0,50	0,020	0,0017	0,0100	-	0,023	0,015
		корни	0,90	0,040	0,0028	0,0082	-	0,079	0,008
		плоды зре- лые	0,10	0,018	0,0012	0,0100	0,00010	0,0012	0,0067
		плоды не- зрелые	0,079	0,015	0,0015	0,0120	-	0,0042	0,0091
		целое рас- тение	0,26	0,029	0,0018	0,0100	0,000075	0,022	0,016
Сахарная свек- ла	Гидропо- ника	листья	0,33	0,30	0,0033	0,0037	0,00140	не определяли	
		черешки	0,087	0,07	0,0030	0,0026	0,00050		
		корнеплоды	0,11	0,30	0,0027	0,0077	0,00050		
		целое рас- тение	0,16	0,24	0,0029	0,0053	0,00088		
	Почва	листья	0,62	0,14	0,0050	0,0058	0,00080	не определяли	
		черешки	0,21	0,024	-	0,0025	-		
		корнеплоды	0,54	0,21	0,0040	0,0095	0,00040		
		целое рас-	0,45	0,15	0,0030	0,0069	0,00036		

гидропонически, во столько же раз содержание этой формы элемента в почве меньше (недостаточно) для обеспечения им почвенных растений, и наоборот.

Рассмотрим результаты анализа по отдельным элементам.

Железо. В табл.3 приводятся величины КЭП железа.

Наибольшая величина КЭП его отмечается для корней помидора и перца, выращиваемых как в условиях гидроponики, так и на почве. Сахарная свекла в этом отношении отличается от перца и помидора - наибольшая величина КЭП здесь отмечается для листьев.

Величина КЭП железа для целого растения помидора, выращенного в условиях гидроponики, почти совпадает с величиной КЭП для почвенного растения, где в расчетах учтены воднорастворимые формы (соответственно 4100 и 3900). Это указывает на то, что, очевидно, содержание воднорастворимого железа в почве достаточно для обеспечения растений помидора железом. Для перца картина иная: КЭП Fe для гидроponических растений составляет 3500, а на почве 5700, что характеризует недостаток этой формы в почве. У сахарной свеклы обеспечение железом происходит в основном за счет его обменной формы.

Марганец. В отличие от железа, наблюдается расхождение в величинах его КЭП для почвенных и гидроponических растений помидора и перца (табл.4). Если в условиях гидроponики наибольший КЭП отмечается у корней, то для почвенных растений он высок у листьев.

Сравнение данных КЭП для целого растения помидора, перца и сахарной свеклы показывает, что содержание воднорастворимого Mn в почве недостаточно для их обеспечения, и лишь 3-4-х кратное увеличение содержания Mn (за счет обменных содержаний) может восполнить этот недостаток.

Молибден. Мы не имеем величин КЭП его для почвенных растений с учетом валовых и обменных содержаний, однако величины КЭП Mo для гидроponических и почвенных растений, с учетом воднорастворимых форм, близки (хотя и наблюдается некоторое преобладание КЭП для почвенных растений). Это свидетельствует о том, что почвенные растения в основном обеспечены молибденом в виде воднорастворимой формы, хотя и нуждаются в небольшом количестве обменного Mo.

Титан. В агрохимическом отношении титан и никель наименее изучены.

Наибольшей способностью накопления титана обладают корни растений помидора и перца - КЭП его для корней значительно выше

Таблица 3

Коэффициент биологического поглощения (КБП)
железа для почвенных и гидропонических растений

Культура	Органы растения	Для почвенных растений с учетом			Для гидропонических растений с учетом содержания в питательном растворе
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	
Помидор	листья	0,32	1200	5300	4700
	стебли	0,16	570	2500	2200
	корни	0,70	2600	11400	22000
	плоды зрелые	0,05	170	750	530
	плоды незрелые	0,04	150	660	520
	целое растение	0,24	880	3900	4100
Перец	листья	0,32	1200	9700	2700
	стебли	0,32	1200	3100	890
	корни	0,57	2100	6200	19000
	плоды зрелые	0,06	240	2800	650
	плоды незрелые	0,05	180	2300	650
	целое растение	0,16	620	5700	3500
Сахарная свекла	листья	0,39	1500	21500	3300
	черешки	0,13	500	3700	870
	корнеплоды	0,34	1300	37300	1100
	целое растение	0,29	1100	23100	1600

Таблица 4

Коэффициент биологического поглощения (КБП) марганца для почвенных и гидропонических растений

Культура	Части растений	Для почвенных растений с учетом			Для гидропонических растений с учетом содержания в питательном растворе
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	
Помидор	листья	0,78	290	10200	1600
	стебли	0,37	130	4800	1000
	корни	0,34	130	4500	5400
	плоды зрелые	0,15	60	2000	370
	плоды незрелые	0,15	60	2000	430
	целое растение	0,49	80	6300	1400
Перец	листья	0,75	270	9700	1100
	стебли	0,74	90	3100	1100
	корни	0,48	170	6200	4600
	плоды зрелые	0,21	80	2800	340
	плоды незрелые	0,18	70	2300	310
	целое растение	0,35	130	4500	1100
Сахарная свекла	листья	1,7	610	21500	8600
	черешки	0,28	100	3700	2000
	корнеплоды	2,5	910	37300	8600
	целое растение	1,8	650	23100	6900

Таблица 5

Коэффициент биологического поглощения (КБП)
молибдена для почвенных и гидропонических
растений

Культура	Органы растений	Для почвенных растений с учетом		Для гидропонических растений с учетом	
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	содержания в питательном растворе
Помидор	листья	не определялось, так как содержание его в почве ниже порога чувствительности спектрального анализа (т.е. $\leq 0,0005\%$)	не определялось по той же причине, т.е. в сухом остатке было $\leq 0,0005\%$	140	200
	стебли			180	200
	корни			-	-
	плоды зрелые			710	120
	плоды незрелые			330	240
	целое растение			300	180
Перец	листья	не определялось, так как содержание его в почве ниже порога чувствительности спектрального анализа (т.е. $\leq 0,0005\%$)	не определялось по той же причине, т.е. в сухом остатке было $\leq 0,0005\%$	120	40
	стебли			-	60
	корни			-	-
	плоды зрелые			70	30
	плоды незрелые			-	-
	целое растение			54	30
Сахарная свекла	листья	не определялось, так как содержание его в почве ниже порога чувствительности спектрального анализа (т.е. $\leq 0,0005\%$)	не определялось по той же причине, т.е. в сухом остатке было $\leq 0,0005\%$	570	290
	черешки			-	100
	корнеплоды			290	160
	целое растение			260	180

по сравнению с другими органами, особенно с плодами (табл.6), независимо от способа выращивания.

Величины КЭП т1 для целого растения помидора и перца в 4-6 раз больше у гидропонических растений по сравнению с почвенными растениями, с учетом воднорастворимой формы, а это указывает на то, что даже при 3-6-кратном уменьшении содержания воднорастворимого титата в почве растения не будут испытывать недостатка в нем.

Н и к е л ь. Несколько большее накопление никеля имеет место у помидоров в корнях, а у перца и сахарной свеклы - в листьях (табл.7).

Поскольку мы не имели данных КЭП для гидропонических растений, то по этой причине не в состоянии оценить, какие же формы соединений его в почве могут наиболее правильно отражать степень обеспеченности растений никелем.

Б о р. Данные табл.8 показывают явную приверженность бора листьям исследуемых культур, независимо от способа выращивания. Величины КЭП бора для листьев в 2-8 раз выше по сравнению с другими органами.

Величина КЭП бора для гидропонических растений помидора и перца (соответственно 740 и 800) меньше величины КЭП для почвенных растений с учетом воднорастворимой формы (2900 и 1300) и больше - с учетом обменной формы (110 и 50), а это указывает на дефицит воднорастворимого бора в почве, для восполнения которого растениям помидора и перца необходимо соответственно в 4 и 1,5 раза больше бора, что, очевидно, возможно за счет обменных соединений.

М е д ь. Приведенные в табл.9 данные показывают, что величины КЭП меди для различных органов перца и помидора, выращенных в условиях почвы, близки, и особого предпочтения к меди не обнаруживается. Это тем более примечательно, что в отношении других элементов, и особенно титана и железа (за исключением Мо), величины КЭП для плодов значительно уступали другим органам.

Сопоставление с гидропоническими растениями показывает, что в зависимости от культуры разные формы соединений меди в почве неодинаково отражают степень обеспеченности растений ею. Так, для почвенных растений помидора отмечается почти полное совпадение величин КЭП (с учетом обменной формы) с КЭП ее для гидропонических, т.е. при полном использовании помидорами обменных форм меди они могут быть обеспечены медью. Иначе обстоит дело с перцем: содержание "обменной" меди в почве в 2,5

Таблица 6

Коэффициент биологического поглощения (КБП) титана для почвенных и гидропонических растений

Культура	Органы растений	Для почвенных растений с учетом			Для гидропонических растений с учетом содержания в питательном растворе
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	
Помидор	листья	0,22	1100	4100	8900
	стебли	0,10	470	1800	3100
	корни	0,55	2600	10000	42000
	плоды зрелые	0,01	60	210	300
	плоды незрелые	0,005	20	90	420
	целое растение	0,16	760	2900	8060
Перец	листья	0,33	1600	6000	5600
	стебли	0,17	760	2300	2000
	корни	0,44	2100	7900	94400
	плоды зрелые	0,01	30	120	920
	плоды незрелые	0,02	110	420	310
	целое растение	0,12	580	2200	13600

раза уступает тем количествам, которые необходимы для обеспечения перца медью. Для гидропонических растений сахарной свеклы величина КБП меди составляет 1300, а для почвенных - 3800; это указывает на то, что для восполнения дефицита растениям необходимо в 3 раза больше меди, чем имеется в почве в воднорастворимой форме.

В табл. 10 сведены величины КБП исследуемых элементов для почвенных растений помидора, перца и сахарной свеклы (с учетом валовых содержаний). Хотя для получения правильной картины в расчетах КБП необходимо учитывать более доступные формы соединений в почве 15,16, однако трудно установить, для каких типов почв и культур какие вытяжки могут наиболее правильно отражать степень обеспеченности растений элементами. Поэтому при класси-

Таблица 7

Коэффициент биологического поглощения (КБП) никеля
для почвенных и гидропонических растений

Культура	Органы растений	Для почвенных растений с учетом			Для гидропонических растений с учетом содержания в питательном растворе
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	
Помидор	листья	0,60	1000	5400	в питательном растворе не обнаружено, т.е. $\sqrt{0,0005\%}$ (в сух. остатке)
	стебли	0,58	1000	5200	
	корни	0,81	1400	7300	
	плоды зрелые	0,20	360	1900	
	плоды незрелые	0,17	280	1500	
	целое растение	0,49	840	4400	
Перец	листья	0,70	1200	6300	
	стебли	0,39	680	3500	
	корни	0,65	1100	5800	
	плоды зрелые	0,28	480	2500	
	плоды незрелые	0,35	600	3100	
	целое растение	0,42	720	3800	
Сахарная свекла	листья	1,2	2000	10400	
	черешки	—	—	—	
	корнеплоды	0,93	1600	8300	
	целое растение	0,70	1200	6300	

Таблица 8

Коэффициент биологического поглощения (КБП) бора
для почвенных и гидропонических растений

Культура	Органы растений	Для почвенных растений с учетом			Для гидропонических растений с учетом содержания в питательном растворе
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	
Помидор	листья	8,2	190	4900	1300
	стебли	3,0	70	1800	400
	корни	2,1	50	1300	430
	плоды зрелые	1,9	50	1200	150
	плоды незрелые	1,9	50	1200	150
	целое растение	4,9	110	2900	740
Перец	листья	13,6	320	8200	2300
	стебли	4,5	110	2700	400
	корни	2,4	60	1500	170
	плоды зрелые	2,0	50	1200	160
	плоды незрелые	2,8	70	1700	170
	целое растение	4,9	110	2900	800

Классификации элементов по величине КБП Перельман [3] пользуется валовыми содержаниями в почве, как наиболее устойчивыми и сравнимыми данными. При установлении рядов КБП элементов Перельман применяет величины, изменяющиеся в пределах 0,1-1, 1-10 и т.д. Величины КБП большинства элементов колеблются около единицы, поэтому наиболее удобно, как предлагает Ковалевский, располагать ряды по величинам КБП, изменяющимся в пределах 0,3-3, 3-30, 30-300. В табл. II приведены обе классификации. Величины КБП приведенных элементов получены Перельманом на основании данных

Таблица 9

Коэффициент биологического поглощения (КБП) меди
для почвенных и гидропонических растений

Культура	Органы растений	Для почвенных растений с учетом			Для гидропонических растений с учетом содержания в питательном растворе
		валового содержания	обменной формы	воднорастворимой формы	
Помидор	листья	3,6	880	3600	650
	стебли	5,0	1200	5000	530
	корни	3,9	950	3900	6000
	плоды зрелые	3,6	860	3600	580
	плоды незрелые	4,1	1000	4100	780
	целое растение	3,9	950	3900	930
Перец	листья	4,1	990	4100	100
	стебли	5,6	1400	5600	400
	корни	4,6	1100	4600	2300
	плоды зрелые	5,6	1400	5600	580
	плоды незрелые	6,7	1600	6700	160
	целое растение	5,6	1400	5600	580
Сахарная свекла	листья	3,2	780	3200	930
	черешки	1,4	340	1400	650
	корнеплоды	5,3	1300	5300	1900
	целое растение	3,8	930	3800	1300

Таблица 10

Коэффициенты биологического поглощения элементов для растений, выращенных в условиях почвы (с учетом валовых содержаний)

Культура	Fe	Mn	Ti	Ni	Mo	Cu	B
Помидор	0,24	0,49	0,16	0,49	не опр. в почве	3,9	4,9
Перец	0,16	0,35	0,12	0,32	не опр. в почве	5,6	2,2
Сахарная свекла	0,29	1,8	не опр. в рас- тениях	0,70	не опр. в рас- тениях	3,8	не опр. в рас- тениях

В.А.Ковды, А.П.Виноградова, А.Л.Ковалевского и др. По этим данным лишь В оказался в ряду среднего и интенсивного накопления. По нашим данным, конкретно для бурой карбонатной почвы, медь оказалась в одном ряду с бором, а именно в ряду интенсивного поглощения. Остальные элементы (Fe, Mn, Ti, Ni) расположились в ряду среднего накопления и сильного захвата - по классификации Перельмана, и в ряду среднего (Mn, Ni) и слабого (Fe, Ti) поглощения - по классификации Ковалевского.

В ы в о д ы

Сравнительные исследования накопления элементов растениями, выращенными в условиях гидропоники и почвы, проведенные с использованием величин коэффициента биологического поглощения (КБП), позволили выявить следующие положения:

I. Потребность растений в микроэлементах неравномерно обеспечивается из почвы в зависимости от форм их соединений и особенностей растений. При этом, в нашем опыте, на бурой почве древнего орошения, наблюдается следующая картина:

а) содержание воднорастворимого титана в почве в несколько раз превышает количество, необходимое для обеспечения им растений помидора и перца.

б) содержание воднорастворимого Мо также, очевидно, удов-

Таблица II

Классификация элементов по величине коэффициента биологического поглощения и расположение элементов в рядах по литературным и нашим данным

Классификация Перельмана			Наши данные	
I	КБП=10 -100	элементы очень интенсивного накопления		
II	КБП= -10	элементы среднего и интенсивного накопления	B	B, Cu
III	КБП=0, -	элементы среднего накопления и сильного захвата	Cu, Mn, Ni	Fe, Mn, Ti, Ni
IV	КБП=0,0 -0,	элементы очень слабого и слабого захвата	Fe, Ni	
Классификация Ковалевского				
I	КБП=30-300	элементы весьма интенсивного поглощения		
II	КБП=3-30	элементы интенсивного поглощения		B, Cu
III	КБП=0,3-3	элементы среднего поглощения		Mn, Ni
IV	КБП 0,03-0,3	элементы слабого поглощения		Fe, Ti
V	КБП 0,03	элементы весьма слабого поглощения		

летворяет потребность растений помидора в нем.

в) для полного обеспечения исследуемых культур другими микроэлементами воднорастворимых форм недостаточно, и растения поглощают также "обменные" соединения в почве бора, меди, марганца и железа.

г) содержание подвижных форм меди и железа в почве полностью соответствует тем количествам, которые необходимы, соответственно, растениям помидора и сахарной свеклы для их обеспечения этими элементами.

д) потребность растений перца в меди в несколько раз выше, чем содержание подвижных форм меди в почве.

2. Из исследованных органов наибольшим биологическим накопителем являются: корни - по Fe, Ti, Ni, Cu листья - в основном по B, частично также по Mo и Mn; наименьшее накопление отмечается для плодов (помидора и перца) - по Fe, Mn, Ti, Ni, B.

3. По степени поглощения растениями исследованные элементы относятся к элементам интенсивного (B, Cu), среднего (Mn, Ni) и слабого (Fe, Ti) поглощения.

9.Ս. ՊԱՅՅՈՒՆ, Լ.Ա. ՍՈՐԱՍՑԱՆ

ՄԻԿՐՈՏԱՐՐԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԲՈՒՑԱՆԵՐԻ ՄԵՋ՝ ՀՈՂՈՒՄ ԵՎ ՀԻՊՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՍԱՆԵՐՈՒՄ

Սահմանում

Հետազոտվել է Fe, Ti, Mn, Ni, Cu, Mo և B -ի կուտակումը հիդրոպոնիկայի պայմաններում և գորշ կարբոնատային հողում աճեցրած լուլիի, տաթդեղի և շաքարի ճակնդեղի բույսերի մեջ: Ուսումնասիրությունները տարվել են կենսաքանական կուտակման գործակցի հաշվառմամբ, ընդ որում հաշվի են առնվել հողում միկրոտարրերի միացությունների երեք ձևերը՝ համախառն, փոխանակային և ջրալուծ: Համեմատելով հողային բույսերը հիդրոպոնիկական բույսերի հետ /որոնք հանդիսացել են որպես ստույգի վրա պարզվել է, որ հողում բույսերը լիովին ապահովված չեն բոլոր միկրոտարրերով, իսկ տաթդեղի համար հատկապես պակասում է պղինձը: Տիտանի, նույնիսկ ջրալուծ միացությունները հողում բավարար են բույսերի համար: Բույսերը հայթայթում են անհրաժեշտ միկրոտարրերի մեծ մասը նրանց ջրալուծ և փոխանակային ձևերից:

G.S. DAVTYAN, L.A. ARARATYAN

ACCUMULATION OF TRACE ELEMENTS IN SOME HYDROPONIC AND SOIL PLANTS

Summary

Studies were made on the accumulation of Fe, Ti, Mn, Ni, Cu, Mo and B in the tomato, capsicum and sugar-beet plants grown both in the soil and hydroponic conditions, taking into account the overall, exchangeable and water-soluble forms of the compounds of trace elements in the soil. The comparisons showed that the soil plants are not fully supplied with all the trace elements, and there is especially a deficiency of Cu in the capsicum plants. The water-soluble compounds of Ti in the soil are sufficient for the plants, which take up most of the necessary trace elements from the water-soluble and exchangeable forms.

Л и т е р а т у р а

1. Г.С. Давтян. Гидропоника как производственное достижение агрохимической науки. ХУШ научное чтение, посвященное памяти академика Д.Н. Прянишникова. Ереван, 1969.
2. Г.С. Давтян. От познания плодородия почвы и питания растений к управляемой технологии индустриального растениеводства без почвы. "Сообщения ИАПГ АН АрмССР", № 15, 1976, Ереван, с. 16-23.
3. А.И. Перельман. Геохимия ландшафта. М., 1975.
4. Л.А. Араратян, В.Л. Ананян. О некоторых особенностях поглощения щелочных элементов растениями в условиях почвы и гидропоники. "Сообщения ИАПГ АН АрмССР", № 18, 1979.
5. Г.С. Давтян, Г.Б. Бабалян. Агрохимическая характеристика почв Армянской ССР (на арм. яз.), Ереван, 1966.
6. А.А. Бабюшкин, П.А. Бажулин, Ф.А. Королев, Л.В. Левшин, В.К. Прокофьев, А.Р. Стриганов. Методы спектрального анализа. М., 1962.
7. И.М. Кустанович. Спектральный анализ. М., 1972.
8. А.Б. Шаевич. Методы оценки точности спектрального анализа. Металлургиядат, Свердловское отделение, Свердловск, 1964.
9. Г.С. Давтян. Гидропоника. "Справочная книга по химизации сельского хозяйства". М., "Колос", 1969.
10. Н.О. Авакян. Агрохимия калия почв Армении. Докт. дисс. Баку,

- 1971.
11. Л.А.Арапатьян, В.Л.Ананян. Формы соединений щелочных элементов (K, Na, Rb, Li) в почвах Армянской ССР. "Сообщения ИАПГ АН АрмССР", № 19, 1979.
 12. Л.А.Арапатьян, Р.К.Рафаелян. Содержание некоторых микроэлементов в люцерне и их вынос. "Сообщения ИАПГ АН АрмССР", № 10, 1970.
 13. Н.В.Алексеева-Попова. Поглощение никеля двумя экотипами одного и того же вида. "Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве". Тезисы докладов УІ Всесоюзного Сопешания. Л., 1970.
 14. В.В.Добровольский, И.В.Алещукин, М.В.Ржаксинская. О некоторых особенностях распределения микроэлементов в системе почва-растение в Загорском районе Московской области. Тезисы докладов УІ Всесоюзного сопешания. Л., 1970.
 15. А.Л.Ковалевский. Основные закономерности формирования химического состава растений. "Биогеохимия растений". Тр. Бурятского ин-та естеств. наук, вып.2, Улан-Удэ, 1969, с.6-28.
 16. А.Л.Ковалевский. О биогеохимических параметрах растений и некоторых особенностях изучения их. "Биогеохимия растений". Тр. Бурятского ин-та естеств. наук, вып.2, Улан-Удэ, 1969, с.195-214.

М.А.БАБАХАНЫН, Дж.С.АЛЕКСАНЫН, Л.М.КАЛАЧАН

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ АЛОЭ ДРЕВОВИДНОГО

Задачей наших исследований явилось выяснение значения реакции питательного раствора на рН клеточного сока алоэ.

Схема опыта. Растения выращивались на питательном растворе проф. Г.С.Давтяна [1], но с различной концентрацией водородных ионов: рН = 3; 5; 7 и 9. рН раствора в опытах поддерживался путем прибавления H_2SO_4 и NaOH. Опыты проводили на малых гидропонических установках площадью по 2 м². В качестве наполнителя использовали смесь гравия со шлаком 1:1 (по объему) слоев в 20 см. В каждом варианте было 32 растения. Питание растений осуществляли путем подачи раствора в течение 4 дней и чистой воды в течение 3 дней (проливочные поливы), затем цикл повторялся. Анализы растений на содержание питательных элементов производили по рекомендациям О.Б.Гаспарян [2,3]. рН питательного раствора и клеточно