

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТА ЖЕЛЕЗА НА ВЫНОС МИКРО-ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ АЛОЭ ДРЕВОВИДНОГО В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Одной из главных особенностей выращивания растений на искусственных средах является возможность регулирования качества растительной продукции, ибо технология производства растений при гидропонике более управляема и позволяет через питательный раствор вводить в конечный растительный продукт элементы, недостаточность которых характерна для данной природной зоны (Со, Си, У и др.) [5].

При беспочвенном выращивании растений весьма актуален выбор того источника железа, который обеспечит необходимое количество его ионов в питательном растворе. При приготовлении питательного раствора применяют неорганические и органические соли железа, а также внутрикомплексные его соединения — хелаты [1, 3, 9, 10, 12-15].

В наших исследованиях по изучению влияния источника железа на продуктивность алоэ древовидного /*Aloe arborescens* Mill/ в условиях открытой гидропонике показано, что внесение хелата Fe-ЭДТА (железный комплекс этилендиаминтетрауксусной кислоты) в питательный раствор заметно усиливает поступление в растения основных элементов питания и накопление биомассы. Из испытанных ранее доз железа в виде хелата наиболее оптимальной была доза 50 мг/л [8].

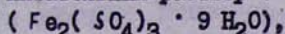
В настоящей работе приводятся результаты исследования по изучению влияния различных доз железа в виде хелата и неорганической соли ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) в питательном растворе на накопление в растениях алоэ микроэлементов железа, марганца, бора, титана, меди, никеля, молибдена и свинца.

Материал и методика. Опыты проводили в гидропонических установках площадью 2 м^2 с 24 растениями в каждой и автономной системой питания. В качестве наполнителя применяли смесь гравия и вулканического шлака (1:1) с размерами частиц 3-15 мм. Применяли питательный раствор Г.С.Давыдова [5]. Питание растений осуществлялось путем подачи

питательного раствора в течение 5 дней и воды в течение 5 дней (промывочные поливы) с повторением цикла. pH раствора в опытах поддерживался в пределах 5,5-6,5. Укорененные черенки алоэ древовидного сажались в первой декаде мая.

Опыт заложен по следующей схеме:

вариант I - питательный раствор + Fe 5 мг/л



вариант II - питательный раствор + Fe 5 мг/л (Fe-ЭДТА),

вариант III - " " " + Fe 50 мг/л (Fe-ЭДТА),

вариант IV - " " " + Fe 500 мг/л (Fe-ЭДТА).

Растительные образцы анализировали на содержание микроэлементов (Fe, Mn, B, Si, Mo, Ti, Ni, Pb) методом количественного спектрального анализа на спектрографе ИСП-28^ж. Спектры регистрировали на фотопластинке "Тип-I". Образцы анализировали по методу "трех эталонов", в трех повторностях. Средняя квадратичная ошибка определений, рассчитанная по текущим определениям, колебалась для разных элементов в пределах $\pm 10-25\%$. Данные урожайности обрабатывали методом дисперсионного анализа [7].

Результаты исследований. В табл. I приведены данные содержания микроэлементов железа, марганца, титана, меди, бора, никеля и свинца в отдельных органах алоэ древовидного при различных содержаниях железа в виде хелата и неорганической соли в питательном растворе. Из исследованных нами микроэлементов лишь титан, никель и свинец не входят в состав питательного раствора, однако они могут быть выщелочены питательным раствором из наполнителя вегетационных деленок или же находиться в виде следов в использованных удобрительных солях и артезианской воде. Данные табл. I показывают, что внесение питательный раствор железного комплекса этилендиаминтетрауксусной кислоты (Fe-ЭДТА) заметно усиливает поступление растения железа, марганца, титана, никеля, меди, бора и молибдена. С повышением концентрации железа в питательном

Анализы выполнены канд. биол. наук Л. А. Араратяном.

Таблица I

Содержание микроэлементов в отдельных органах алоэ древовидного при различных источниках железа в растворе (% в абс.сух.весе, 10^{-3}) 1975г.

Микроэлемент	Орган растения	В а р и а н т			
		I	II	III	IV
Fe	листья	4	38	80	66
	стебли	65	81	98	73
	детки	2	41	42	60
	корни	810	840	770	1100
Mn	листья	9	73	72	74
	стебли	7	100	65	53
	детки	6	41	42	60
	корни	5	28	37	43
Ti	листья	1	2	6	3
	стебли	5	7	4	6
	детки	2	2	4	3
	корни	43	72	120	52
Ni	листья	0,1	0,5	0,6	0,9
	стебли	0,4	1	1	0,5
	детки	0,5	0,7	0,8	0,2
	корни	3	3	6	3
Cu	листья	0,8	1	0,8	0,9
	стебли	1	1	2	1
	детки	1	1	1	0,8
	корни	4	6	4	4
B	листья	8	12	11	9
	стебли	2	3	4	2
	детки	3	6	6	3
	корни	-	-	-	-
Pb	листья	-	-	-	-
	стебли	-	-	-	-
	детки	-	-	-	-
	корни	0,4	2	2	-

растворе от 5 до 50 мг/л в виде хелата в листьях растений
 в процессе выращивания увеличивается содержание железа и других микроэлементов,
 в результате чего улучшается качество сырья [4].

Таким образом, по содержанию микроэлементов вариант с
 применением 50 мг/л железа оказался наиболее благоприятным.
 с наибольшей продуктивностью отличаются также растения алоэ этого
 варианта (табл.2). Вероятно, повышение продуктивности является

Таблица 2

Вынос микроэлементов (мг/м²)
 листьями алоэ древовидного и
 его урожай (кг/м²) при различ-
 ных источниках железа в рас-
 торе (1975г.)

Вариант	Урожай	Fe	Mn	B	Ti	Si	P	Mo
I I	13,2	48	102	97	11	10	2	-
II II	14,4	492	948	156	30	13	7	I
III III	15,6	1440	1296	197	105	16	11	4
IV IV	12,0	672	756	88	31	8	9	-
КОНСР 05	0,86							

и в результате улучшения общего состояния растений, вследст-
 вия притока железа и других микроэлементов, которые входят в
 состав наиболее важных ферментов и витаминов или служат ката-
 лизаторами ферментативных процессов.

Полученные нами данные позволяют установить общую кар-
 тину распределения микроэлементов в различных органах расте-
 ний. Железо и титан в больших количествах накапливаются в
 корнях алоэ. Никель и медь локализуются как в корнях, так и
 надземной части, однако в корнях растений их больше. В от-
 личие от микроэлементов железа, титана, меди и никеля, мар-
 ганец преимущественно накапливается в надземных органах
 растений. Причем хелат железа способствовал транспортировке

железа и марганца из корней в надземные органы. В том же растворе, где железо внесено в питательный раствор в виде хелата вынос марганца с надземными органами примерно в 5-8 раза больше, чем корнями (табл.3). Содержание бора и молибдена в корнях растений настолько незначительное, что оно оказалось ниже

Таблица 3

Вынос микроэлементов растениями
алое древовидного при различных
источниках железа в растворе
(мг/м²) (1975г.)

Вариант	Fe	Mn	B	Ti	Si	N	Pb	Mo
надземная масса								
I	338	582	122	43	18	6	не опред.	не опред.
II	1075	1716	190	83	26	16	не опред.	I
III	2556	2028	257	152	33	23	не опред.	4
IV	1233	1224	111	75	15	13	не опред.	не опред.
корни								
I	4876	120	не опред.	264	30	22	12	не опред.
II	6252	204	не опред.	528	44	24	18	не опред.
III	8160	392	не опред.	1272	47	60	6	не опред.
IV	6228	240	не опред.	288	20	19	3	не опред.

предела чувствительности их определения. Из исследованных органов наибольшими биологическими накоплениями являются: корни - по Fe, Ti, Si, Pb, листья, стебли и детки - в основном по B, частично также по Mn. Полученная картина

распределения микроэлементов в органах растений в основном совпадает с литературными данными [2,6].

Таким образом, распределение микроэлементов в органах растений не изменялось в зависимости от источника железа в питательном растворе.

Данные табл.2 и 3 показывают также, что внесение хелата железа в питательный раствор оказало определенное влияние на вынос различными органами растений исследуемых микроэлементов. Причем вынос микроэлементов оказался наивысшим в варианте с 50 мг/л железа в виде хелата.

Во всех вариантах опыта надземная часть растения алоэ больше всего выносит железа и марганца, несколько меньше бора, титана, меди и никеля. Вынос молибдена наименьший. При рассмотрении данных выноса микроэлементов с корнями, указанная картина несколько меняется в отношении марганца, бора и титана. Корни растения больше всего соответственно в 3-5 и 8-8 раза больше, чем надземной массой выносят железо и титан.

Таким образом, внесение в питательный раствор железа в виде хелата в дозе 50 мг/л способствует не только увеличению урожая лекарственного сырья алоэ, но и улучшению его качества, что обусловлено повышением содержания в нем железа и других микроэлементов. В этом случае листья одного растения выносят около 120 мг железа, 108 мг марганца, 16,4 мг бора, 9,6 мг титана, 1,3 мг меди, 0,9 мг никеля и 0,3 молибдена.

Երկաթի խելատի ազդեցությունը ծառանման հալվի միջոցով
միկրոտարրերի ելի վրա՝ քաղցրյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում

Ա մ ֆ ո ֆ ու մ

Հետազոտվել է սննդարար լուծույթում երկաթի անօրգանական
աղի $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ / և խելատի $Fe-EDTA$ / տարբեր քանակ-
ներով 5, 50, 500 մգ/լ / առկայությունը դեղրում $Fe, Ti, Mn, B, Cu, Ni, Pb$
կուտակումը ծառանման հալվի թույլատրելի մեջ:

Պարզվել է, որ սննդարար լուծույթի մեջ խելատի ձևով 50 մգ/
երկաթի ներկայությունը ավելացնում է հալվի տեղեկությունները
և հնարավորություն է տալիս մեկ թույլատրելի տեղեկություն կուտակել
մոտավորապես 120 մգ երկաթ, 108 մգ մանգան, 16,4 մգ Բոր, 9,6 մգ
սիստան, 1,3 մգ պղինձ, 0,9 մգ նիկել և 0,3 մգ մոլիբդեն:

L.M. Kalachyan

EFFECT OF THE IRON CHELATE ON THE REMOVAL OF TRACE
ELEMENTS BY ALOE PLANTS GROWN IN OPEN-AIR HYDROPONICS

S u m m a r y

Studies were made on the removal of the trace elements
of $Fe, Ti, Mn, B, Ni, Pb, Mo$ in aloe plants in the presence
of inorganic iron salt $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ and various amounts
(5, 50, 500 mg/l) of iron chelate ($Fe-EDTA$) in the nutrient
solution. The presence of 50 mg/l of iron in the form of che-
late in the nutrient solution increases the yield of aloe
leaves and makes it possible to accumulate in the leaves of
one plant about 120 mg of Fe , Mn - 108 mg, B - 16,4 mg, Ti - 9,
6 mg, Cu - 1,3 mg, Ni - 0,9 mg and Mo - 0,3 mg.

1. Алиев Э.А. Выращивание овощей в теплицах без почвы. Сев. Урожай, 1971, 170 с.
2. Араратян Л.А., Рафаэлян Р.К. Содержание некоторых микроэлементов в люцерне и их вынос. Сообщения ИАПГ АН АрмССР, № 10, 1970, с. 50-65.
3. Бентли М. Промышленная гидропоника. М., Колос, 1965, 252-257.
4. Волынская М.Б., Гогитидзе С.Д. Алоэ, его культура и медицинские препараты. Субтропические культуры. № 1, 1963, 123-132.
5. Давтян Г.С. Гидропоника. В кн.: Справочная книга по оптимизации сельского хозяйства. М., Колос, 1980, с. 357-365.
6. Давтян Г.С., Араратян Л.А. Накопление микроэлементов растениями на почве и в условиях гидропоники. Сообщения ИАПГ АрмССР, № 23, 1982, с. 60-78.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Колос, 1965, с. 249-251.
8. Калачян Л.М. Влияние источника железа на продуктивность алоэ в условиях открытой гидропоники. Сообщения ИАПГ АрмССР, № 20, 1980, с. 109-113.
9. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений. М., Россельхозиздат, 1971, с. 243.
10. Хори Х. Выращивание овощей и цветов в питательных растворах. В кн.: Гидропоника ВИНТИСХ, М., 1966, с. 97-107.
11. Чесноков В.А., Базирин Е.Н., Булгуева Т.М., Ильинская Н.Л. Выращивание растений без почвы. Л., 1960, 170 с.
12. Basioyuncu F.M., Garrard L.A., Haller W.T. Absorption of iron and growth of *Hydrilla verticillata* (L.F.) Koyle "Aquat. Bot.", 3, 1977, p. 349-356.
13. Guinn G., Yohan H.E. Effects of two chelating agents on absorption and translocation of Fe, Cu, Mn, Zn by the cotton plants. Soil Sci., 34, 1962, p. 220-223.
14. Guminaka Z., Osmelak M., Ciechanowska Y., Skibioka B. 11th Intern. Congress on soilless culture. Wageningen, Proceedings ISOSC, 1980, p. 135-142.
15. Winfield R.A., Bone D. Techniques of iron addition to