

Л. М. КАЛАЧАН

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКА ЖЕЛЕЗА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ АЛОЭ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Алоэ древовидное (*Aloe arborescens* Mill) является источником сырья для производства ряда лечебных препаратов: экстракта в ампулах; натурального сока, консервированного спиртом; эмульсии и сиропа с железом [1—6]. Внесение железа в сырье алоэ повышает лечебное значение изготавливаемых лекарственных препаратов [1].

В настоящей работе приводятся результаты исследования по выяснению поступления железа в алоэ древовидное из железного комплекса этилендиаминтетрауксусной кислоты (Fe—ЭДТА), который по литературным данным является эффективным носителем железа (Fe^{3+}) для питательных растворов [7—16]. Опыты имели целью также выявить оптимальную дозу Fe—ЭДТА в питательном растворе для обеспечения высокой продуктивности и увеличения содержания железа в листьях алоэ.

Вегетационные опыты проводили на малых гидропонических установках с площадью по 2 кв. м. В каждом варианте было 24 растения алоэ.

В качестве наполнителя использовали смесь гравия со шлаком 1:1 (по объему). Применяли питательный раствор Г. С. Давтяна [17].

Хелат железа [14] периодически вносили в питательный раствор вместо соли железа $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$.

Испытывали различные дозы железа. Схема опыта:

1. Питательный раствор + Fe 5 мг/л, ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$).
2. Питательный раствор + Fe 5 мг/л, (Fe—ЭДТА).
3. Питательный раствор + Fe 50 мг/л, (Fe—ЭДТА).
4. Питательный раствор + Fe 500 мг/л, (Fe—ЭДТА).

В питательном растворе и в растениях определение питательных элементов производили по рекомендациям О. Б. Гаспарян [18, 19]. Общую концентрацию раствора измеряли кондуктометрически, концентрацию водородных ионов — pH метром.

Результаты опытов. Анализы питательных растворов показали (табл. 1), что в процессе 5-дневной циркуляции питательного раствора происходит изменение его концентрации (электропроводности), состава и кислотности. Так, например, в июле электропроводность питательного раствора меняется в пределах $191-160 \times 10^5 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$. Во всех фазах роста растения алоэ поглощают азота аммиачного 50—85%, калия — 45—65%, фосфора 25—50% от исходного содержания в растворе.

После 5-дневной циркуляции, когда pH питательного раствора повышается, концентрация бикарбонатных ионов возрастает. Концентрация хлора и натрия в питательном растворе менее изменчива.

Химические анализы растений алоэ (табл. 2) в период вегетации показали, что внесение Fe—ЭДТА в питательный раствор заметно уси-

Изменение состава питательного раствора (в мг/л) в течение 5 дней циркуляции.

Дата взятия пробы	Концентрация Fe в растворе мг/л	Питательный раствор	pH	Электропроводность $10^3 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
6.V		исходный	5.6	150	90	следы**)
10.V	5 (Fe-ЭДТА) 50 500	V день	5.8 5.9 5.8	144 144 144	59 57 57	следы следы следы
6.VI		исходный	5.7	181	125	52
10.VI	5 (Fe-ЭДТА) 50 500	V день	6.0 6.1 6.1	160 160 160	56 52 52	20 23 20
6. VII		исходный	5.5	191	130	47
10. VII	5 (Fe-ЭДТА) 50 500	V день	5.9 6.0 5.9	160 160 160	44 41 47	25 10 20
6. VIII		исходный	5.7	191	130	50
10. VIII	5 (Fe-ЭДТА) 50 500	V день	6.1 6.0 6.1	164 164 164	44 44 47	12 7 15
6. IX		исходный	5.5	191	135	50
10. IX	5 (Fe-ЭДТА) 50 500	V день	6.0 6.1 6.1	170 170 170	52 49 54	24 20 20

Влияние железа на химический состав алоэ древовидного (в % на сух. вещество,

Дата взятия пробы	Концентрация Fe в растворе мг/л	Сухое вещество			Сырая зола		
		листья	стебли	корни	листья	стебли	корни
10/VI 15/X	5[Fe ₂ (SO ₄) ₃ ·9H ₂ O] 5	4.3 8.5	4.6 14.5	9.5 16.8	15.4 21.7	11.7 14.5	18.6 27.1
10/VI	5(Fe-ЭДТА) 50 500	4.9 6.8 5.9	6.0 10.4 10.6	11.2 12.3 13.4	20.6 22.7 20.2	14.9 14.4 10.6	24.2 26.1 27.4
2/VII	5 50 500	5.0 8.5 6.1	8.8 16.5 13.6	13.5 15.1 17.4	21.5 23.1 21.4	16.4 16.1 13.4	26.6 29.7 28.4
10/VIII	5 50 500	5.9 9.5 7.8	10.1 20.4 17.5	15.5 17.5 18.4	22.6 24.8 24.7	17.8 18.9 14.9	28.1 31.2 28.4
17/IX	5 50 500	8.5 10.4 8.5	15.1 22.9 19.4	20.5 20.8 20.9	22.9 25.6 24.6	19.4 20.4 16.9	29.6 33.8 32.6
15/X	5 50 500	9.0 11.5 8.5	17.2 23.2 20.3	20.7 22.1 23.6	23.5 26.6 24.5	20.8 20.9 19.1	29.9 33.4 32.8

* Питание растений осуществляли путем подачи питательного раствора в течение 5 дней, затем чистой воды в течение 2 дней.

** В первый период источником азота служит только нитрат калия.

H_2O_2^-	N	P_2O_5	K_2O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
земля	90	150	275	61	29	49	65	130	97
земля	59	110	160	35	42	56	70	100	107
земля	57	120	153	16	37	49	79	110	130
земля	57	116	160	26	42	56	70	124	107
земля	177	155	280	88	57	49	77	235	162
земля	76	106	144	35	16	52	85	179	122
земля	75	102	136	26	42	53	80	164	131
земля	72	109	147	26	53	50	80	180	131
земля	177	170	280	18	42	72	10	240	97
0.3	59	81	123	17	37	75	94	140	144
0.1	51	78	144	26	26	10	94	135	157
0.3	67	85	128	26	16	88	94	130	157
земля	180	150	280	85	37	49	65	231	107
0.3	56	88	120	26	37	54	77	138	155
0.9	51	81	97	35	26	54	77	145	155
0.3	62	88	118	35	26	54	77	149	144
0.2	185	150	280	76	25	54	77	233	82
1.5	76	125	150	35	37	56	80	156	98
1.8	69	122	138	26	37	62	86	160	98
1.2	75	122	147	35	47	60	80	160	98

опыт 1975 г.)

Таблица 2

N			P_2O_5			K_2O			Ca			Mg			Fe		
листья	стебли	корни	листья	стебли	корни	листья	стебли	корни	листья	стебли	корни	листья	стебли	корни	листья	стебли	корни
1.7	1.1	1.7	1.5	1.5	1.6	1.4	1.1	1.9	0.6	0.7	0.4	1.3	0.6	0.8	0.02	0.01	0.16
2.0	2.5	2.7	2.4	1.9	2.5	5.7	3.4	4.0	2.2	2.1	1.7	2.1	1.4	1.2	0.04	0.02	0.40
1.7	1.2	1.7	1.8	1.5	1.8	1.8	1.4	1.9	0.4	0.8	0.4	1.5	0.7	0.9	0.03	0.02	0.20
1.6	1.6	1.5	2.5	1.9	2.1	1.9	1.4	2.4	0.7	0.8	0.6	1.3	0.9	0.7	0.05	0.02	0.34
1.8	1.5	1.8	2.2	2.5	2.1	1.6	2.1	1.6	1.0	0.9	0.7	1.5	0.8	0.8	0.05	0.02	0.32
1.7	1.2	1.7	2.2	1.7	2.2	4.6	2.6	2.7	1.7	0.9	0.4	1.6	0.8	0.9	0.04	0.02	0.30
1.8	1.7	1.8	2.5	2.1	2.1	4.0	2.7	2.5	3.2	1.9	0.8	2.4	1.1	0.8	0.07	0.02	0.68
2.0	1.8	2.0	2.5	2.9	2.2	2.1	2.2	1.6	1.0	1.2	0.7	1.6	0.8	0.8	0.06	0.03	0.35
1.8	2.6	2.2	2.5	1.7	2.5	5.5	3.2	3.8	2.0	1.8	0.6	2.0	0.9	1.0	0.06	0.03	0.45
2.2	2.4	2.8	2.8	2.5	2.5	4.5	3.7	3.0	3.0	2.3	0.8	3.5	1.5	1.0	0.08	0.04	0.79
2.1	2.4	2.9	2.9	3.2	2.3	3.4	2.6	1.9	2.5	2.5	1.9	1.6	1.9	1.1	0.06	0.05	0.37
2.1	2.6	2.5	2.7	2.1	2.9	6.0	4.5	4.2	2.8	2.4	0.8	2.6	1.8	1.4	0.08	0.06	0.64
2.4	2.9	3.6	3.2	2.6	2.8	5.0	4.4	3.6	3.4	2.8	1.4	4.0	2.4	1.0	0.09	0.06	0.95
2.3	3.2	3.4	3.2	3.3	2.5	3.6	2.7	2.2	3.5	3.8	1.9	2.7	1.9	1.1	0.08	0.06	0.60
2.3	3.0	3.0	3.2	2.1	2.9	6.1	4.5	4.5	2.9	2.4	0.8	3.1	1.9	2.4	0.08	0.06	0.76
2.8	3.5	4.0	3.9	2.7	2.9	5.8	4.6	3.7	3.7	2.9	1.0	4.0	2.6	1.1	0.09	0.08	1.10
2.6	3.5	3.5	3.5	3.3	2.5	3.6	2.8	2.6	4.1	3.9	2.0	3.7	2.4	1.1	0.09	0.08	0.80

ливают поступление в растения железа и основных элементов питания, что благоприятно влияет на накопление биомассы. При питании растений алоэ Fe—ЭДТА, железо включается в обмен и транспортируется в листья. Однако изменения процентного содержания Fe происходят неодинаково в различных частях растений в зависимости от изменения содержания этого элемента в питательном растворе. В стеблях и корнях оно изменяется наиболее резко, чем в листьях. Во всех вариантах опыта содержание железа значительно выше в корнях, чем в стеблях и листьях.

Увеличение концентрации Fe—ЭДТА в питательном растворе благоприятно влияет на поглощение растениями магния, кальция и фосфора. Согласно литературным данным [20, 21] часть комплекса может поступать в растения неразрушенной. Можно предположить, что поглощенные растением из питательного раствора магний и кальций хелатируются в корнях и мигрируют в виде хелата.

Таблица 3

Влияние железа на выход биомассы алоэ древовидного (опыт 1975 г.)

Концентрация Fe в растворе, мг/л	Вынос биомассы кг с 1 кв. м			
	листья	детки	стебли	корни
5 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$	13.2	4.8	3.6	3.6
5 (Fe—ЭДТА)	14.4	6.0	3.6	3.6
50 — — —	15.6	6.0	3.6	4.8
500 — — —	12.0	3.6	3.1	2.4

Наиболее продуктивными являются растения, выращенные на питательном растворе с концентрацией 50 мг/л железа (табл. 3). Вероятно, повышение продуктивности растений алоэ является результатом улучшения общего состояния растений вследствие притока железа (табл. 4).

Таблица 4

Вынос железа с растениями алоэ при различных концентрациях Fe в питательном растворе (г на 1 растение, опыт 1975 г.)

Концентрация Fe в растворе, мг/л	Листья	Детки	Стебли	Корни	Суммарный вынос
5 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$	0.040	0.006	0.01	0.20	0.256
5 (Fe—ЭДТА)	0.086	0.010	0.03	0.40	0.526
50 — — —	0.134	0.020	0.05	0.97	1.174
500 — — —	0.070	0.010	0.04	0.37	0.489

Выводы

При гидропоническом производстве алоэ источник железа в виде хелата, при одинаковой дозе Fe (5 мг/л), для повышения содержания железа в сырье вдвое эффективнее по сравнению с солью сернокислого железа. Сравнение доз железа в виде хелата показало, что 50 мг/л железа (Fe—ЭДТА) в питательном растворе повышает урожай листьев и вынос железа растениями алоэ. Дозы 5 мг и в особенности 500 мг железа в виде хелата менее эффективны.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Б. Волинская, С. Д. Гогитидзе. Алоэ, его культура и медицинские препараты. «Субтропические культуры», № 1, 1963, стр. 123—132.
2. М. М. Деснишкая. К механизму действия экстракта алоэ. «Труды Астраханского мед. ин-та», т. II 1954, стр. 199—203.
3. И. И. Кутателадзе. Сабур и сухой экстракт сабура. «Сборник Тбилисского хим. фарм. ин-та», сб. VII, 1955, стр. 95—105.
4. М. Н. Перехожева. Опыт применения экстракта алоэ в лечении бруцеллеза. Сб. тр. Сталинабад. мед. ин-та, т. 4, 1952, стр. 108—111.
5. Б. К. Росточкий, Я. А. Алешина, Н. П. Мордвянова. Эмульсия алоэ как средство для профилактики и лечения поврежденной кожи при лучевой терапии. Тр. ВИЛАР вып. XI, Медгиз, 1959, стр. 301—310.
6. А. Дж. Менагаришвили, Н. П. Гиголашвили, А. Ш. Баджелидзе. Влияние меди на рост и продуктивность алоэ древовидного в субтропиках Грузинской ССР. «Сообщения ИАПГ» № 14, 1974, стр. 148—152.
7. Э. А. Алиев. Выращивание овощей в теплицах без почвы. Киев, 1971, стр. 42.
8. М. Бентли. Промышленная гидропоника. М., «Колос», 1965, стр. 252—257.
9. А. В. Петербургский. Агрохимия и физиология питания растений. М., Россельхозиздат, 1971, стр. 245.
10. Л. К. Островская. Физиологические причины возникновения известкового хлороза. Сб. «Комплексоны как средство против известкового хлороза растений». Киев, 1965, стр. 5—25.
11. Л. К. Островская, С. Г. Петренко. Влияние внесения в почву железного комплекса диэтилентриаминпентауксусной кислоты на содержание эфирных масел в цветках масличной розы. «Агрохимия» № 5, 1964, стр. 91—95.
12. Х. Хори. Выращивание овощей и цветов в питательных растворах. В кн.: «Гидропоника» ВИНПИСХ, М., 1966, стр. 97—107.
13. И. А. Чернявина. Физиология и биохимия микроэлементов. «Высшая школа», М., 1970, стр. 268—282.
14. В. А. Чесноков и др. Выращивание растений без почвы. Изд-во ЛГУ 1960, стр. 56.
15. Л. К. Островская и др. Известковый хлороз. Сб. «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине», Киев, 1963, стр. 93.
16. В. М. Чурбанов, З. С. Селемова, Д. М. Алексеева. Эффективность железосодержащих удобрений. «Химия в сельском хозяйстве» № 2, 1967, стр. 9—12.
17. Г. С. Давтян. Гидропоника. В справ. книге по химизации с/х, «Колос», М., 1969, стр. 271—286.
18. О. Б. Гаспарян. Некоторые рекомендации по анализу питательных растворов, применяемых в гидропонике. «Сообщения ИАПГ АН Арм. ССР», № 7, 1967, стр. 86—91.
19. О. Б. Гаспарян. Химический анализ оросительных вод. «Сообщения» ИАПГ АН Арм. ССР, № 9, 1970, стр. 61—80.
20. E. C. Cocking. Biochem. J., v. 76, № 51, 3, 398, 1960.
21. L. O. Tiffin, J. C. Brown, R. W. Krauss. Differential absorption of metal chelate components by plant roots. Plant Physiol, 35, 362, 1960.

ԵՐԿԱԹԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱԼՎԵԻ ԲԵՐՔԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ՝ ԲԱՑՈԹՅԱ
ՀԻԳՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում ուսումնասիրվել է սննդարար լուծույթում երկաթի էթիլենդիամինտետրաքաջախաթթվի կոմպլեքսային միացության (Fe-ԵԴՏԱ) տարբեր քանակների (5, 50 և 500 մգ/լ Fe) ազդեցությունը հալվեի բերքատվության և դրանում երկաթի պարունակության վրա:

Արդյունքներից պարզվել է, որ հումքի մեջ երկաթի պարունակության մեծացման համար ավելի արդյունավետ է երկաթի խելատը համեմատած երկաթի ծծմբաթթվական աղի հետ, երկաթի միենույն (5 մգ/լ) քանակի դեպքում:

Սննդարար լուծույթի մեջ խելատի ձևով 50 մգ/լ երկաթի մուծումը ավելացնում է հալվեի տերևների բերքը՝ 1 մ²-ից 15,6 կգ և երկաթի պարունակությունը:

L. M. KALACHYAN

EFFECT OF THE IRON SOURCE ON THE YIELD OF ALOE
PLANTS GROWN IN OPEN-AIR HYDROPONICS

Summary

The results of studies of the effect of the various quantities (5, 50 and 500 mg/l Fe) of the complex combination of Fe-EDTA on the yield of aloe and its iron contents have shown that to increase the contents of iron in the raw material the application of the iron chelate is more efficient compared with the ferric sulfate when the same quantities of iron (5 mg/l) are used.

The application of 50 mg/l of iron in the form of chelate into the nutrient solution increases the yield of the leaves of aloe up to 15,6 kg per 1m² and the contents of iron in them.