

Г.О.Акопян, Б.Т.Степанян

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО АЛОЭ ДРЕВОВИДНОГО

В последние годы интерес к использованию лекарственных растений для нужд здравоохранения значительно возрос. Разработаны и внедрены в медицинскую практику новые высокоэффективные лекарственные фитопрепараты. Среди лечебных средств, применяемых в медицине, около 40% составляют препараты с использованием биологически активных веществ растительного происхождения [1].

Многолетними исследованиями Института доказана не только высокая продуктивность алоэ древовидного при беспочвенном выращивании, но и целесообразность и эффективность его гидропонического производства. Выход зеленой массы и биологически активных веществ (производных антрацена, сабура, органических кислот, витамина Е и др.) листьев алоэ с единицы подпитываемой площади в условиях открытой гидропоники в среднем в 3-5 раз выше, чем в почвенных условиях [2,3].

О минеральном питании алоэ древовидного имеются лишь немногочисленные сведения, касающиеся влияния микроэлементов меди, бора и молибдена на содержание производных антра-

в листьях растений, возделываемых в почве [4,5], и влияния различных доз азота, фосфора калия и железа (в хелатах) на продуктивность и накопление биологически активных веществ в условиях гидропоники [6,7]. Поэтому изучение влияния макро- и микроэлементов на накопление биологически активных веществ в растениях имеет научное и практическое значение.

В настоящей работе представлены результаты изучения влияния различных доз микроэлементов в питательном растворе на урожай и накопление биологически активных веществ в стебле и в листьях растений алоэ, выращенных в условиях гидропоники.

Почвенные растения алоэ с 9-ю листьями высаживали в последней декаде мая 1982г. по одному в каждый вегетационный сосуд (емкость-8,5 л), наполненный гравием с частицами величиной от 3 до 20 мм. В качестве фона использовался как и в предыдущих опытах [6], половинную дозу НРК, предусмотренную питательным раствором Г.С.Давтяна. Полученные ранее данные показали, что применение раствора с повышенными дозами питательных элементов (НРК) способствует заметному повышению относительного содержания в листьях биологически активных веществ и их абсолютному количеству (в 1,2 - 2,4 раза) с одного растения.

Вегетационный опыт заложен по 11 вариантам согласно схеме (мг/л): 1) №88Р32К155 (фон) - контроль 1 (K_1); 2) фон + 0,5 дозы (д) микроэлементов (МЭ) - контроль 2 (K_2); 3) фон + 1 д МЭ; 4) фон + 2 д МЭ; 5) фон + Fe_2 ; 6) фон + Мп 0,72; 7) фон + 2 п 0,18; 8) фон + Мо 0,22; 9) фон + Со 0,05; 10) фон + Си 0,1; 11) фон + В 0,70. Единичная доза микроэлементов в растворе составила (мг/л): К 1, Мп 0,36, 2п 0,09, Мо 0,108, Со 0,025, Си 0,05, В 0,35.

В питательных растворах (рН колеблется в пределах 5,88 - 6,56) концентрация кальция и магния поддерживалась по счет их содержания в используемой воде и наполнителе. Питательные элементы в раствор вносили в виде солей: Na_2CO_3 , $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4 , $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$.

$MnSO_4$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$, $CoSO_4 \cdot 6H_2O$,
 H_3BO_3 и H_3PO_4 .

В течение пяти дней подавали питательный раствор, затем два дня воду. Смену питательного раствора производили каждые пять дней с систематическим измерением pH. Повторность опыта 4-кратная. Учет урожая листьев производили в начале октября.

Для химического анализа использовали средние пробы свежих листьев, стеблей и корней. Сухое вещество определяли весовым методом, минеральные вещества (зола) — озолением при $450-500^\circ C$, сабур (высушенный сок листьев) — весовым методом [8], производные антрацена — по Аутергофу [9], титруемую кислотность — по Мак-Карту и Прайсу [10], органические кислоты — по Акопян, Степанян [11], каротины — по Сапожникову и др. [12], хлорофиллы и каротиноиды — по Веттштейну [13], концентрацию водородных ионов — pH-метром типа-340. Урожайные данные обрабатывали статистическим методом дисперсионного анализа [14]. Повторность определений — 3-4-кратная.

Результаты показали (табл. I), что концентрация микроэлементов в питательном растворе значительно влияет на продуктивность растений, причем последняя тесно связана с высокими концентрациями микроэлементов (совместное внесение) в растворе. Так, в вариантах с I и 2 дозами микроэлементов в питательном растворе, прибавка урожая листьев алоэ достигает 165-208 г по сравнению с контролем (вар. I). Прибавка урожая листьев достоверна при 5% уровне значимости. Несмотря на то, что урожай листьев при совместном внесении I и 2 дозы микроэлементов (вар. 3 и 4) увеличивается на 10-26% по сравнению с контролем 2 (вар. 2), разница между ними незначительна (прибавка урожая ниже $\pm HCP_{05}$).

Раздельное внесение микроэлементов в питательный раствор не дает ощутимого эффекта (табл. I). Так, при внесении в раствор микроэлементов: Fe 2, Zn 0,18, Mn 0,72, Mo 0,22, Co 0,05, Cu 0,1, B 0,70 мг/л, урожай листьев увеличивается до 84-127 г по сравнению с контролем I, но поскольку прибавка урожая ниже $\pm HCP_{05}$, следовательно су-

Варианты	Урожай, г/сосуд		Прибавка к контролю					
	свежих листьев	абс.сух. вещ-ва	свежих листьев				абс.сух.вещ-ва	
			г/сосуд	%	г/сосуд	%	г/сосуд	%
I (K ₁)	135,2	6,4	-	-	-136,8	-51	-	-
2 (K ₂)	272,0	12,2	+136,8	+101	-	-	+5,8	+91
3	300,0	13,8	+164,8	+121	+ 28,0	+10	+7,4	+116
4	343,0	17,2	+207,8	+154	+ 71,0	+26	+10,8	+169
5	262,3	12,9	+127,1	+ 94	- 9,7	- 4	+ 6,5	+102
6	231,8	10,7	+ 96,6	+ 71	- 40,2	-15	+ 4,3	+ 67
7	94,0	4,5	- 41,2	- 30	- 178,0	-65	- 1,9	- 30
8	224,0	11,4	+ 88,8	+ 66	- 48,0	-18	+ 5,0	+ 78
9	219,5	10,8	+ 84,3	+ 62	- 52,5	-19	+ 4,4	+ 69
10	250,3	13,0	+115,1	+ 85	- 21,7	- 8	+ 5,6	+103
II	250,0	12,5	+114,8	+ 84	- 22,0	- 9	+ 6,1	+ 95
НСР ₀₅	139,6							

щественного различия между вариантами нет.

При раздельном внесении микроэлементов урожай листьев снижается на 4-65% по сравнению с контролем 2 (вар.2), вероятно внесенные в питательный раствор дозы микроэлементов малы для получения положительного эффекта (табл.1).

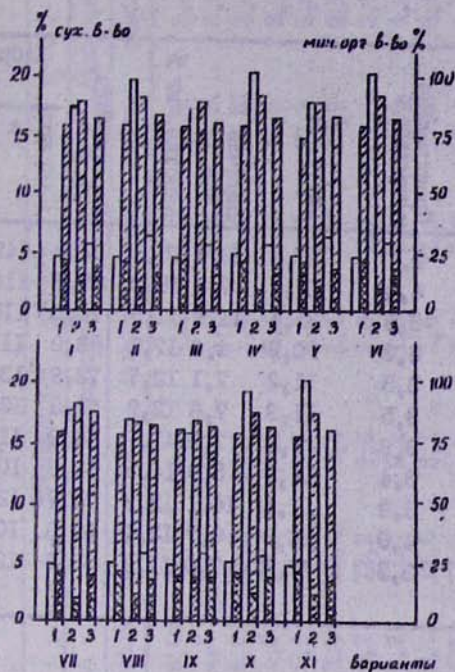
Под влиянием повышенных доз микроэлементов в питательном растворе (как раздельное, так и совместное внесение) увеличивается выход сухого вещества на 67-169% по сравнению с контролем 1 (вар.1).

Наибольший выход сухого вещества наблюдается в варианте с двойной дозой смеси микроэлементов - 17,2 г, наименьший - в варианте с 2 п - 4,5 г.

По содержанию сухих веществ в различных органах растений между вариантами опыта больших различий не наблюдается. Максимальное количество (20,0-20,4%) сухого вещества отмечено в стеблях растений 4, 6 и II-го вариантов и в корнях (6,7%) - 4-го варианта (рис.). Во всех вариантах опыта содержание органических веществ в стеблях значительно выше, чем в листьях и корнях, а минеральных веществ, наоборот, в листьях накапливается больше, чем в стеблях и корнях (рис.).

Высокие концентрации микроэлементов (как раздельное, так и совместное внесение) в питательном растворе способствуют повышению в листьях содержания производных антрацена (антрагликозидов) на 24-88%, а количество фотосинтезирующих пигментов (каротин, каротиноиды, хлорофиллы) и сабура при этом снижается на 5-31% по сравнению с контролем 1 (вар.1). Наибольшее содержание производных антрацена (4,85%) отмечено в варианте 10, при внесении 0,2 мг меди в питательный раствор (табл.2). Аналогичные данные повышения производных антрацена под влиянием меди получены Монагаршвили и др. в условиях Кобулету [5].

Влияние различных доз микроэлементов в питательном растворе на pH клеточного сока листьев алоэ незначительно и колеблется в пределах 4,60 - 4,85, самый низкий pH сок



Содержание сухих, органических и минеральных веществ в алоэ при различных дозах микроэлементов в растворе. I. — лист, 2 — стебель, 3 — корень, — сухое вещество, — органические вещества, — минеральные вещества.

Таблица 2

Влияние различных концентраций
микроэлементов на содержание
биологически активных веществ
в листьях алоэ, % и мг % на
сухую массу

Варианты	Проз. водные экстракты, %	Сахар, %	Витамин Е, мг %	Каротин, мг %	Каротиноиды, мг %	Хлорофиллы, мг %	
						а	б
1 (К ₁)	2,6	12,6	10,4	15,9	92,9	149,6	64,
2 (К ₂)	4,0	12,4	7,8	18,2	85,8	114,2	38,
3	3,3	11,1	11,9	11,5	70,0	116,0	48,
4	3,2	10,2	4,0	17,2	83,0	111,6	45,
5	3,3	11,2	7,1	12,7	72,9	130,4	58,
6	3,5	11,9	7,6	12,2	74,3	125,4	53,
7	2,9	9,6	7,3	11,7	66,9	111,3	45,
8	3,4	11,9	5,9	14,5	62,9	106,1	46,
9	3,9	11,0	14,1	13,7	74,7	122,9	58,
10	4,9	12,9	6,7	13,7	62,3	103,1	46,
11	3,3	11,2	7,0	11,8	65,6	122,8	57,

листьев получен у растений, выращенных на питательном растворе с содержанием 0,22 мг/л молибдена (табл.3).

В различных вариантах опыта общее количество органических кислот в листьях, стеблях и корнях изменяется незначительно: в листьях в пределах 25,5 - 28,9%, в стеблях - 3,9 - 5,7, а в корнях - 10,5 - 12,9% (табл.3).

Совместное внесение микроэлементов (вар.3) в питательный раствор повышает содержание общей кислотности в листьях

Содержание органических кислот в растениях алоэ, % на сухую массу

Варианты	рН клеточного сока	Органические кислоты (по ябл. к-те)								
		общие			свободные			связанные		
		листья	стебли	корни	листья	стебли	корни	листья	стебли	корни
I (K ₁)	4,85	26,4	5,0	12,4	8,6	1,2	1,6	17,8	3,8	10,8
2 (K ₂)	4,65	27,3	4,0	10,8	9,1	1,0	1,6	18,2	3,0	9,2
3	4,80	28,0	5,2	13,1	9,1	1,4	1,6	18,9	3,8	11,5
4	4,80	25,4	4,2	10,6	8,8	1,1	1,3	17,6	3,1	9,3
5	4,65	27,5	5,1	11,7	9,6	1,3	1,8	17,9	3,8	9,9
6	4,80	28,3	3,9	12,4	9,4	1,1	1,7	18,9	2,8	10,7
7	4,70	28,9	5,3	12,2	9,6	1,8	1,9	19,3	3,5	10,3
8	4,60	26,1	5,7	11,7	9,2	1,6	1,8	16,9	4,1	9,9
9	4,80	25,5	5,2	12,6	8,1	1,6	1,9	17,4	3,6	10,7
10	4,75	26,9	4,5	11,7	11,5	1,1	1,9	15,4	3,4	9,8
II	4,70	25,4	4,4	12,9	8,2	1,6	1,8	17,2	2,9	11,1

алоз на 3% по сравнению с контролем 2 (табл.3). Во всех вариантах опыта в растениях преобладают связанные кислоты (табл.3).

Результаты определения органических кислот нашим методом [II], основанным на тонкослойной хроматографии, показали, что качественный состав ди- и трикарбоновых кислот в различных органах алоэ не зависит от концентрации микроэлементов в питательном растворе и количество их при различных условиях питания изменяется незначительно. В составе органических кислот выявлены: винная, лимонная, яблочная и щавелевая кислоты. В листьях преобладает лимонная кислота, составляющая 0,42 - 0,88%, в стеблях обнаружена винная кислота (0,96%).

Абсолютный выход биологически активных веществ из листьев алоэ при различных концентрациях микроэлементов зависит от содержания биологически активных веществ и урожайности (табл.4).

Несмотря на то, что при удвоении концентрации микроэлементов содержание производных антрацена и сабура в листьях алоэ меньше, чем в контроле 2, однако выход этих веществ увеличивается в 1,2 - 1,4 раза благодаря повышению урожая. Удвоенная концентрация микроэлементов в питательном растворе (вар.4) заметно повышает выход биологически активных веществ с одного растения (в 1,55 - 3,5 раза) по сравнению с контролем I (табл.4). Наименьший выход биологически активных веществ из листьев алоэ отмечен в вар. 7 (2 п- 0,18 мг/л) по сравнению с контролями I и 2 (табл.4).

Таким образом, результаты вегетационного опыта показали, что совместное внесение в питательный раствор удвоенной дозы микроэлементов на фоне половинной дозы основных макроэлементов (NPK) увеличивает в листьях относительное содержание биологически активных веществ и их абсолютный выход с одного растения. Раздельное внесение

Таблица 4

Выход биологически активных веществ с листьями алоэ при различных концентрациях микроэлементов (в пересчете на 1 растение)

Варианты	Продукты антрацена, г	Сахар, г	Общие органические кислоты, г	Витамин Е, мг	Каротин, мг	Каротиноиды, мг	Хлорофилл а + б, мг
1/К ₁ /	0,16	0,80	1,69	0,67	1,02	5,95	13,71
2/К ₂ /	0,49	1,52	3,33	0,95	2,22	10,47	18,68
	0,45	1,53	3,87	1,65	1,59	9,78	22,72
	0,55	1,75	4,54	0,69	2,96	14,28	27,07
	0,42	1,45	3,55	0,92	1,63	9,40	24,33
	0,38	1,28	3,02	0,81	1,30	7,95	19,10
	0,13	0,43	1,30	0,33	0,52	3,00	7,06
	0,39	1,36	2,97	0,67	1,65	7,18	17,39
	0,42	1,19	2,76	1,52	1,48	8,06	19,62
	0,63	1,67	3,50	0,88	1,78	8,10	19,45
	0,42	1,40	3,18	0,88	1,48	8,20	22,50

Внесение (2 п - 0,18 мг/л) приводит к снижению выхода биологически активных веществ. Следовательно, для получения высокого урожая и качественного лекарственного сырья алоэ в условиях открытой промышленной гидропоники можно рекомендовать, в качестве наиболее оптимального, питательный раствор Г.С.Давыдова с составом 0,5 дозы макро- и двойной дозы микроэлементов.

Գ. Հ. ՀԱՆՈՐԱՅԱՆ, Բ. Թ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ
Հանրային սննդադոլության պայմանների ազդեցությունը ծառանման
հալվելի արդյունավետության և որակի վրա

Ա մ ճ ո լ ու մ

Ուսումնասիրվել է անհոդ մշակույթի պայմաններում
սննդարար լուծույթում միկրոէլեմենտների /Fe, Mn, Mo, Zn, Cu, B, J/
տարբեր դոզաների ազդեցությունը հալվելի տերևների արդյունա-
վետության և կենսաքանական ակտիվ նյութերի պարունակության
վրա:

Արդյունքները ցույց են տվել, որ սննդարար լուծույթում
N 88 P 82 K 155 մգ/լ և միկրոէլեմենտների կրկնակի դոզա-
ները բարենպաստ պայմաններ են ստեղծում հալվելի տերևների
բերքի և նրանցում կենսաքանական ակտիվ նյութերի պարունակու-
թյան ավելացման համար:

G.H. Hakopyan, B.T. Stepanyan

EFFECT OF MINERAL NUTRITION CONDITIONS ON THE EFFICIENCY AND QUALITY OF ALOE PLANTS

S u m m a r y

Studies were made on the effect of various doses of
trace elements (Fe, Mn, Zn, Mo, Cu, B, J) in the nutrient
solution in soilless culture on the efficiency of branching
and the contents of biologically active substances of aloe
plants. Results have shown that in a nutrient solution of
N88 P32 K155 mg/l and the addition of double doses of trace
elements have a favourable effect on the yield of aloe bran-
ches and higher contents of biologically active substances
in them.

Л и т е р а т у р а

1. Решение координационной конференции "Состояние и перспективы исследований биологически активных веществ из растений и создание на их основе лекарственных препаратов". М., ВИЛР, 1980.
2. Акопян Г.О., Степанян Б.Т. Химический состав листьев алоэ древовидного в условиях открытой гидропоники. Сообщ. ИАПГ АН АрмССР, № 18, 1979, с. 44-48.
3. Бабаханян М.А. Эффективность производства алоэ методом открытой гидропоники. Сообщ. ИАПГ АН АрмССР, № 18, 1979, с. 26-43.
4. Гиголашвили Н.П. Влияние микроэлементов на рост и продуктивность лекарственных растений степании гладкой и алоэ древовидного. Автореф.канд.дис., Кобулет, 1971, с. 25.
5. Менатеришвили А.Дж., Гиголашвили Н.П., Баджелидзе А.Ш. Влияние меди на рост и продуктивность алоэ древовидного в субтропиках Грузинской ССР. Сообщ. ИАПГ АН АрмССР, № 14, 1974, с. 148-151.
6. Акопян Г.О., Степанян Б.Т. Влияние различных доз питательных элементов на продуктивность и накопление биологически активных веществ в листьях алоэ древовидного. Биол. ж. Армении, № 10, 1986, с. 859-863.
7. Кадачян Л.М. Влияние источника железа на продуктивность алоэ в условиях открытой гидропоники. Сообщ. ИАПГ АН АрмССР, № 20, 1980, с. 109-115.
8. Рухиди М.И. К вопросу о биогенных стимуляторах листьев алоэ древовидного. Ташкент, 1952, с. 81-89.
9. Auterhoff H., Sachdev R. Dtsch. Apoth. Ztg. 102, 1962.
10. Mc Carthy T.Y., Price C. Acid Metabolism in Leaves of Aloe Species. Planta Medica, 14, 1966, 200-209.
11. Акопян Г.О., Степанян Б.Т. Разделение и количественное определение органических кислот растений методом тонкослойной хроматографии. Тез. докл. III Закавказской конф. по адсорбции и хроматографии. Ереван, 1978, с. 23.

12. Сапожников Д.И. и др. Питменты пластид зеленых растений и методика их исследования. М.-Л., 1964, с. 120.
13. Wettstein D. Von Experimental cell research. 12, 1957, 427.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1969, с. 336.

М.С.Гзырян, М.Д.Дадаева

АНАТОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТА КАЛАНХОЭ
ПЕРИСТОГО В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ В ЗАВИСИ-
МОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА

На экспериментальной гидропонической станции Института проводится всестороннее изучение ценного лекарственного растения каланхоэ перистого (*Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers) семейства Crassulaceae D.C.

В настоящей работе приводятся результаты анатомического анализа листа каланхоэ перистого в опытах с применением колеблющейся концентрации питательного раствора. Анатомические исследования в данных условиях проводятся впервые.

Материал и методика. Опыт поставлен в вегетационных гидропонических установках с автономным питанием, площадью 1 м². Наполнитель деелянок - смесь гравия с вулканическим шлаком (3:1, по объему). Питание производилось раствором Кнопа 0,1% концентрации. Варианты опыта различались только кратностью доливки чистой водой питательного раствора (п.р.) до его первоначального уровня в баке, т.е. продолжительностью колебания концентрации питательного раствора. Такой цикл колебания концентрации раствора повторялся в течение всей вегетации. Рассада выращена в гидропонической теплице из верхушек растений, взятых осенью во время сбора