

Г. О. АКОПЯН, Б. Т. СТЕПАНИАН

ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОНСЕРВИРОВАННЫХ НА ХОЛОДЕ ЛИСТЬЕВ АЛОЭ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Химический состав листьев алоэ и тканевого препарата «экстракт алоэ» достаточно изучен [1—5, 8—17]. В нашем предыдущем сообщении (1) представлены данные по химическому составу листьев алоэ, выращенного в условиях открытой гидропоники и почвы.

Они показали, что относительное содержание сухого и органического веществ, а также титруемых кислот несколько выше в листьях почвенных растений алоэ. По остальным показателям существенных различий не наблюдалось.

В настоящей работе представлены результаты сравнительного изучения накопления биологически активных веществ в консервированных на холоде листьях алоэ древовидного, выращенного в условиях открытой гидропоники и контрольного участка—на почве.

Листья алоэ со средних ярусов и «детки» (опыты М. А. Бабаханяна) собирали одновременно во время уборки урожая с гидропонических и почвенных делянок (30/VIII—5/IX, 1973 г.). Возраст растений 1,5 года, плотность посадки на гидропонических делянках 16, а на почвенных—6 растений на 1 кв. м. Во время взятия образцов на почвенных растениях «детки» еще не образовались. Часть листьев сразу же анализировали, а другую—консервировали по методу Филатова [15]. Листья помещали в мешочки из черной бумаги и ставили на разные сроки в холодильник при температуре 2—4°C.

Определение химических компонентов производили на 6, 9, 12, 15 и 20 дни консервации. Определяли: сухое вещество—весовым методом; минеральные вещества (сырая зола)—озолением при 450—500°C до постоянного веса; сабур (высушенный сок)—весовым методом [12]; производные антрацена—по Аутергофу [21], на спектроколориметре «Спектрал» при 525 нм (для построения калибровочной кривой в качестве стандарта использовали хризафоновую кислоту); общую титруемую кислотность—по Мак-Карту и Прайсу [23]; пектиновые вещества—по Кофраду в модификации Иванова [7]; уроновые кислоты—по Фаркасу [24]; содержание витамина Е по Луцевской и Савинову [9], каротины—по методу Сапожникова и сотр. [14], содержание хлорофиллов и каротиноидов—по Ветштейну [22]. Результаты анализов обработаны методом дисперсионного анализа [6].

Из данных табл. 1* и рис. 1 видно, что по содержанию сухих органических и минеральных веществ между консервированными и свежими

* В этой и последующих таблицах приводятся средние данные из двух, трех и, в некоторых случаях, четырех повторений анализа, в пересчете на абс. сухое вещество.

Содержание органических и минеральных веществ в листьях алоэ по дням консервации (в % на $\frac{\text{свежее}}{\text{сухое}}$ вещество)

Вещество	Дни консервации					
	0	6	9	12	15	20
Почва						
Органические	$\frac{4.57}{79.8}$	$\frac{4.60}{80.3}$	$\frac{4.67}{79.6}$	$\frac{4.64}{80.3}$	$\frac{4.89}{79.0}$	$\frac{5.36}{80.5}$
Минеральные	$\frac{1.16}{20.2}$	$\frac{1.13}{19.7}$	$\frac{1.20}{20.4}$	$\frac{1.14}{19.7}$	$\frac{1.30}{21.0}$	$\frac{1.30}{19.5}$
Гидропоника						
Органические	$\frac{3.58}{77.8}$	$\frac{3.28}{78.1}$	$\frac{3.43}{80.5}$	$\frac{3.67}{78.3}$	$\frac{3.73}{79.0}$	$\frac{3.58}{77.5}$
Минеральные	$\frac{1.02}{22.2}$	$\frac{0.92}{21.9}$	$\frac{0.83}{19.5}$	$\frac{1.02}{21.7}$	$\frac{0.99}{21.0}$	$\frac{1.04}{22.5}$
Гидропоника «детки»						
Органические	$\frac{2.88}{81.8}$	$\frac{3.53}{82.1}$	$\frac{3.43}{81.3}$	$\frac{3.46}{80.6}$	$\frac{3.74}{80.6}$	$\frac{4.60}{80.8}$
Минеральные	$\frac{0.64}{18.2}$	$\frac{0.77}{17.9}$	$\frac{0.79}{18.7}$	$\frac{0.83}{19.4}$	$\frac{0.90}{19.4}$	$\frac{1.09}{19.2}$

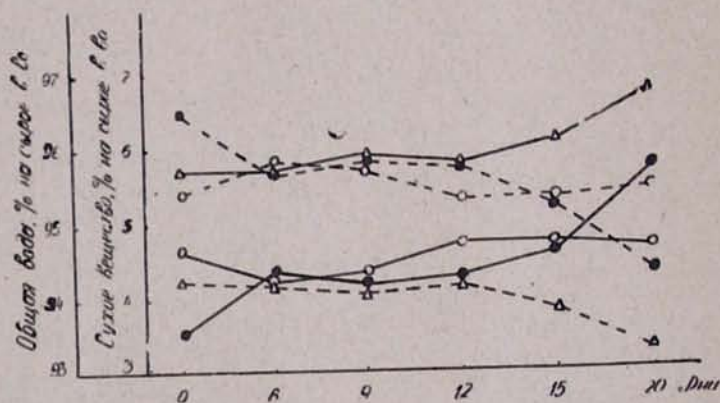


Рис. 1. Содержание сухого вещества и воды в консервируемых на холоде листьях алоэ: (—) сухое вещество, (—) общая вода.

○—гидропоника; ●—гидропоника «детки»; △—почва.

На последующих рисунках гидропоника, гидропоника «детки» и почва обозначены так же.

ми листьями больших различий не наблюдается. Содержание воды в гидропонических растениях значительно выше по сравнению с почвенными. Наблюдается обратная коррелятивная зависимость между содержанием сухих, органических, минеральных веществ и водой. Коэффициенты корреляции (r) составляют: между содержанием 1) сух. в-ва и воды, для гидропоники, $r = -1,0$; для гидропонических «деток», $r = -1,0$; для почвы, $r = -1,0$; 2) орг. в-ва—воды, для гидропоники, $r = -0,91$; для гидропонических «деток» $r = -1,0$; для почвы, $r = -1,0$; 3) мин. в-ва и воды, для гидропоники, $r = -0,90$; для гидропонических «деток», $r = -0,98$; для почвы, $r = -0,76$.

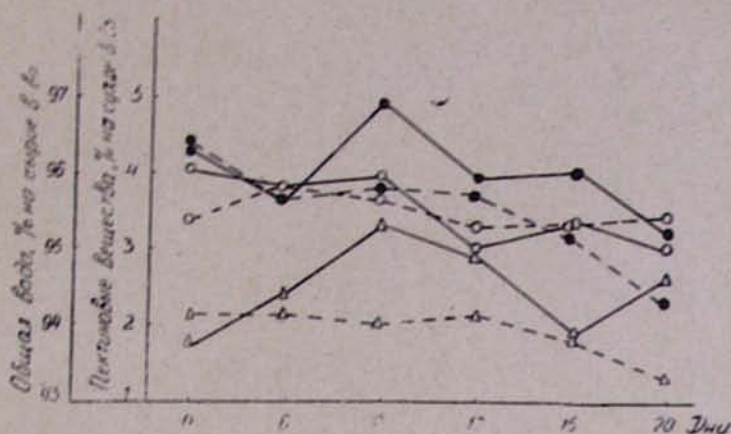


Рис. 2. Содержание пектиновых веществ и воды в листьях алоэ в течение консервации: (—) пектиновые вещества, (— —) общая вода.

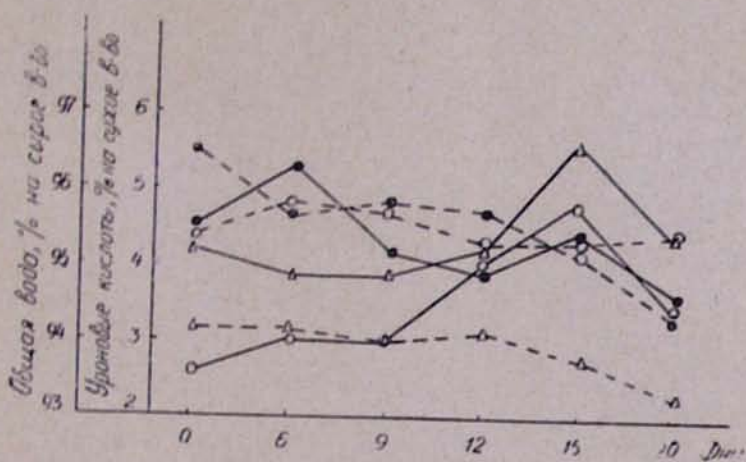


Рис. 3. Динамика изменения уроновых кислот и воды в листьях алоэ при консервации на холоде: (—) уроновые кислоты, (— —) общая вода.

Для гидропонических листьев максимальное содержание сухого вещества приходится на 15-й день консервации, после чего его количество несколько снижается. Наибольшее количество органических веществ приходится на 9-й день. В листьях почвенных растений содержание сухих и органических веществ в первый период остается без заметных изменений. В дальнейшем количество их несколько повышается, достигая максимума к 20-му дню.

При консервировании листьев гидропонических растений общее количество пектиновых веществ в первый период консервации снижается, на девятый день его содержание несколько увеличивается, но не достигает своего исходного уровня (рис. 2). У почвенных растений максимум в содержании пектиновых веществ наступает на 9-й день. Между содержанием пектиновых веществ и влажностью корреляционной зависимости нет. Максимум накопления уроновых кислот в консервированных листьях наблюдается на 15-й день (рис. 3). Между содержанием уроновых кислот и влажностью у гидропонических растений наблюдается обратная корреляция, для взрослых, $r = -0,83$; для «деток», $r = -0,87$.

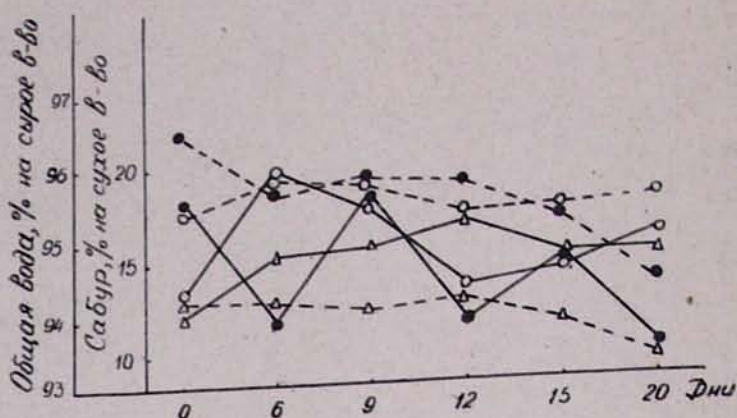


Рис. 4. Содержание сабура и воды в консервируемых на холоде листьях алоэ: (—) сабур, (---) общая вода.

В медицине еще с давних времен растение алоэ применяется в виде высушенного сока, носящего название сабур. Как видно из рис. 4, консервирование листьев приводит к повышению содержания сабура, исключение составляют детки. Максимальное количество сабура в листьях гидропонических растений приходится на шестой (взрослые) и девятый («детки») день, а у почвенных — на 12-й день. При консервации листьев количество сабура возрастает на 30—50%, что совпадает с имеющимися в литературе данными [13]. У гидропонических растений между выходом сабура и влажностью отмечена положительная корреляционная зависимость, для взрослых, $r = +0,85$; для «деток», $r = +0,42$.

Консервация листьев взрослых растений (как гидропонических, так и почвенных) приводит к повышению содержания производных антрацена. Максимумы у гидропонических листьев наступают на 9-й, а у почвенных на 15-й день (табл. 2).

Наши анализы не подтверждают имеющиеся в литературе данные [12] о снижении содержания производных антрацена при консервировании листьев алоэ.

У гидропонических растений наблюдается положительная коррелятивная связь между содержанием сабура и производными антрацена, $r = +0,80$ (взрослые), $r = +0,96$ («детки»), а также между производными антрацена и воды, для взрослых, $r = +0,46$; для «деток», $r = +0,41$.

При консервировании листьев гидропонических и почвенных растений на холоде до определенного срока происходит накопление органических кислот. Максимум наступает на шестой день, после чего их

Таблица 2

Изменение содержания производных антрацена в листьях
алоэ во время консервирования (в % на $\frac{\text{свежее}}{\text{сухое}}$ вещество)

Условия выращивания	Дни консервации					
	0	6	9	12	15	20
Почва	$\frac{0.16}{2.80}$	$\frac{0.28}{4.90}$	$\frac{0.26}{4.40}$	$\frac{0.23}{4.00}$	$\frac{0.34}{5.50}$	$\frac{0.26}{3.90}$
Гидропоника	$\frac{0.14}{3.10}$	$\frac{0.19}{4.50}$	$\frac{0.20}{4.70}$	$\frac{0.13}{3.00}$	$\frac{0.18}{3.80}$	$\frac{0.22}{4.70}$
Гидропоника «детки»	$\frac{0.21}{5.70}$	$\frac{0.18}{4.10}$	$\frac{0.22}{5.20}$	$\frac{0.16}{3.70}$	$\frac{0.22}{4.70}$	$\frac{0.14}{3.00}$

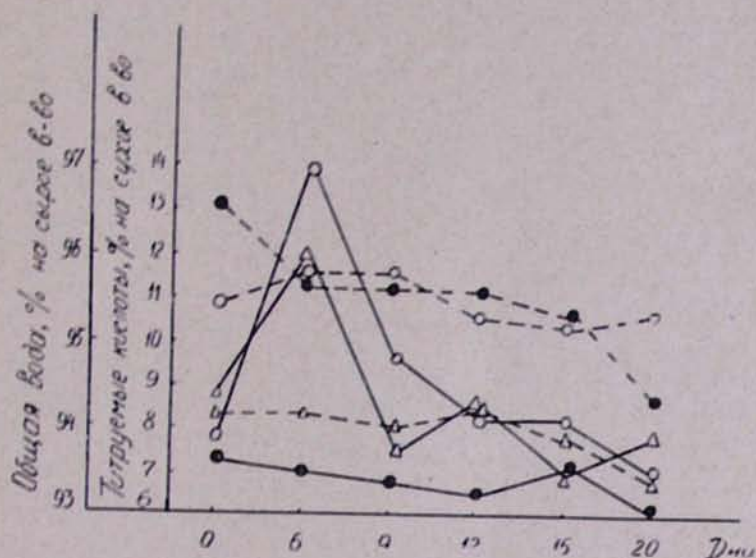


Рис. 5. Динамика изменения титруемых кислот и воды в листьях при консервации на холоде: (—) титруемые кислоты, (—) общая вода.

содержание начинает понижаться (рис. 5). Выявлена у гидропонических растений положительная зависимость между содержанием титруемых кислот и количеством воды, $r=+0.79$.

При консервации «деток» содержание титруемых кислот в первые дни уменьшается; а к пятнадцатому дню снова возвращается к исходному уровню.

При консервировании листьев алоэ содержание витамина Е, желтых и зеленых пигментов на шестой день консервации резко падает, на 9-й день наблюдается некоторое повышение всех показателей, затем опять происходит понижение (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения витамина Е, каротина, каротиноидов и хлорофиллов в листьях при консервации на холоде (мг% свежего вещества)

Показатели	Дни консервации					
	0	6	9	12	15	20
Почва						
Витамин Е	7.64	2.60	4.73	4.25	6.27	4.05
Каротин	0.86	0.61	0.57	0.71	0.84	0.66
Каротиноиды	4.92	3.78	4.61	3.79	4.93	4.20
Хлорофилл а	6.41	5.91	5.69	4.85	4.65	4.70
б	2.29	1.22	2.67	1.58	1.87	2.35
а+б	8.70	7.13	8.36	6.43	6.53	9.35
Гидропоника						
Витамин Е	6.72	2.87	2.71	5.00	1.73	3.88
Каротин	0.87	0.39	1.20	0.58	0.75	0.52
Каротиноиды	4.46	1.89	5.77	3.18	4.84	3.37
Хлорофилл а	9.60	4.06	6.70	3.16	3.92	4.29
б	4.24	1.69	2.92	0.94	1.40	1.56
а+б	13.84	5.74	9.62	4.10	5.32	5.85
Гидропоника «детки»						
Витамин Е	0.66	1.25	0.70	0.85	0.75	0.25
Каротин	0.92	0.74	0.54	0.48	0.56	0.54
Каротиноиды	5.79	6.38	7.44	4.78	4.01	5.41
Хлорофилл а	5.80	6.98	7.23	4.80	6.15	7.22
б	2.17	2.82	2.96	2.57	2.55	3.04
а+б	7.97	9.80	10.19	7.37	8.70	10.26

Выводы

1. Консервация изолированных листьев гидропонических растений алоэ на холоде влечет за собой определенные количественные изменения в химическом составе: сабур и производные антрацена увеличиваются на 51%, титруемые кислоты на—15%.

2. При консервации листьев гидропонических растений максимум накопления биологически активных веществ достигает: органических кислот к шестому, производных антрацена—к девятому дню консервации, после чего их содержание снижается. У почвенных растений этот максимум наступает на 12—15 день. Максимальное содержание органических кислот, являющихся биогенными стимуляторами экстрактов алоэ, должно быть учтено, при определении длительности консервации листьев гидропонических растений.

3. Консервированные листья «деток» по биохимическим показателям не уступают листьям взрослых гидропонических растений и, вероятно, могут быть рекомендованы для получения «экстракта алоэ».

4. Наблюдается положительная зависимость между содержанием титруемых кислот, сабура и воды, сабура и производными антрацена. Отмечается также обратная коррелятивная зависимость между содержанием сухих, органических, минеральных веществ и водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. О. Аюбян, Б. Т. Степанян. Химический состав листьев алоэ древовидного в условиях открытой гидропонии. «Сообщения Института агрохимических проблем и гидропонии АН Арм. ССР», № 18, 1979, стр. 44—48.
2. Атлас лекарственных растений СССР. Медгиз, М., 29, 1962.
3. В. А. Бибер. Офтальмол. журн. №2, 35, 1950.
4. Н. П. Гиголашвили. Влияние микроэлементов на рост и продуктивность лекарственных растений степаний гладкой и алоэ древовидного. Автореф. канд. дисс., 1971, стр. 1—25.
5. А. В. Благовещенский, А. Ю. Кологривова. ДАН СССР, 48, 16467, 1945.
6. Б. А. Доспехов. Методика полевого опыта. «Колос», 1968, стр. 249—251.
7. Н. Н. Иванов. Методы изучения физиологии и биохимии растений. Сельхозгиз, 202, 1946.
8. С. А. Козак и др. Минеральный состав листьев алоэ и экстракта алоэ. Сообщ. 2, физиол. актив. в-ва. Республ. межвед. сб. вып. 3, 1971, стр. 302—307.
9. Г. М. Луцкая, Б. Г. Савинов. О методах количественного определения каротина и витамина Е в растениях. Витамины, 1,30, Изд. АН УССР, 1953.
10. В. Г. Под-Чикаленко. О содержании свободных и связанных аминокислот в листьях алоэ. Уч. записки Омск. гос. пед. ин-та, вып. 64, 53—58, 1972.
11. А. Х. Рахимов. Изучение некоторых антрагликозидосодержащих растений Азербайджана и полученных из них препаратов. Автореф. канд. дисс., 1—25, 1956.
12. М. И. Руссиян. К вопросу о биогенных стимуляторах листьев алоэ древовидного, Ташкент, 1952.
13. М. И. Руссиян. К вопросу о биогенных стимуляторах листьев алоэ древовидного. Сообщ. 1. Труды Ташкентского фармацевтич. ин-та т. I, 81—89, 1957.
14. Д. Сапожников и др. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования, изд-во АН СССР, 120, 1964.
15. Н. Сидоренко. Алоэ—лікарська рослина. К. Держмедвидав, 19, 1953.
16. О. С. Степанова и др. О химическом составе и биологической активности водного экстракта алоэ. Сообщ. 1, физиол. актив. в-ва, респ. межвед. сб., вып. 3, 290—301, 1971.
17. А. Ф. Сыроев. О накоплении органических кислот в консервируемых на холоде тканях. Тканевая терапия, изд-во АН УССР, 29—44, 1953.
18. В. П. Филатов. Изв. АН СССР, сер. биол., № 6, 23, 1951.
19. Фам-Нгюк-Тхак, Нгуен-Ким-Пат. Врачебное дело 7, 768, 1958.
20. И. И. Чикало. Изв. АН Уз. ССР, 4, 14, 1950.
21. Auterhoff H., R. Sach. Dtsch. Apoth. Ztg., 102, 921, 1962.
22. D. Von Wettstein. Ghlorophyl—Letale und der submikroskopische formwechsel der plastiden Experimental Cel Research 12, 427—506, 1957.
23. Mc Carthy T. J. and C. Price. Acid Metabolism in Leaves of Aloe Species Planta Medica, 14, 200—203, 1966.
24. Farkas A. Topical medicament including polyuronide derived from aloe. Patented sept. 10, №3103446, 1963.

ՀԻՊՐՈՓՈՆԻԿԱԿԱՆ ԲԱՑՕՔՅԱ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՃԵՑՎԱԾ ԵՎ ՍԱՌԸ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՊԱՀԱՅՈՑԱՑՎԱԾ ՀԱՎՎԵԻ ՏԵՐԵՎՆԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ
ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հիպրոպոնիկական բույսերի պահածոյացված տերևներում ֆիզիոլոգիական ակտիվ նյութերի՝ օրդանական թթուների մաքսիմում կուտակումը տեղի է ունենում պահածոյացման 6-րդ և անտրացենի ածանցյալների 9-րդ օրը, հողային բույսերի մոտ՝ 12—15-րդ օրը:

Այս հանգամանքը պետք է նկատի ունենալ հիպրոպոնիկական տերևների պահածոյացման տեղումբյունը որոշելիս:

Պահածոյացված «ձագուկների» տերևներն իրենց բիոքիմիական ցուցանիշներով համարյա չեն տարբերվում հասունացած բույսերի տերևներից և նկարող են օգտագործվել «հալվեի էքստրակտ» պատրաստելու համար: Պահածոյացված տերևներում նկատվում է բացասական կոոեկատիվ կապ՝ չոր, օրդանական, հանքային նյութերի և ջրի պարունակումների միջև: Դրական կոոեկատիվ կապ է նկատվում ինչպես տիտրվող թթուների, սաբուրի և ջրի, այնպես էլ սաբուրի և անտրացենի ածանցյալների պարունակումների միջև:

G. H. HAKOPYAN, B. T. STEPANYAN

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE LEAVES OF
ALOE PLANT GROWN IN OPEN-AIR HYDROPONICS AND KEPT
UNDER REFRIGERATED CONSERVATION.

Summary

The maximum accumulation of the organic acids of physiologically active substances in the hydroponic leaves of aloe kept under refrigerated conservation takes place on the 6th day of conservation and on the 9th day of the derivatives of anthracene while that in the soil ones on the 12th-15th day.

This must be taken into account in determining the duration of conservation of the hydroponic leaves of aloe.

The leaves of shoots under conservation have almost the same biochemical indices as those of the mature ones and can be used for the preparation of „aloe extract“. In the conserved leaves there is a negative correlative link between the dry, organic, mineral substances and the contents of water. A positive correlative link is noticed between the titrable acids, sabur and water as well as between the contents of sabur and the derivatives of anthracene.