

УДК 53.192.7

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик АН Армянской ССР В. О. Казарян, И. А. Геворкян

К вопросу о роли воздушных корней в жизнедеятельности  
растений каланхое

(Представлено 2/IV 1981)

Установлено, что кольцевание ветвей приводит к пожелтению и отмиранию листьев, хотя сохраняется связь корень—лист через ксилему (<sup>1-3</sup>). В листьях таких побегов нарушается в первую очередь азотный обмен (<sup>1-2</sup>), приводящий к образованию аммиака (<sup>4</sup>). В случае же формирования придаточных корней выше кольцевого надреза физиологическое состояние листьев нормализуется. На основании этих и других экспериментальных данных (<sup>4,5</sup>) можно сделать вывод, что роль воздушных корней заключается в метаболической реутилизации промежуточных продуктов азотного обмена листьев. Благодаря такой своеобразной функции корней нормализуются обменные реакции, синтез и обновление молекул белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла и других компонентов клетки.

Учитывая активное участие материнских корней в синтезе хлорофилла и физиологически активных веществ (<sup>6-8</sup>), мы полагали, что подобную роль должны играть и воздушные корни, хотя они, находясь в атмосфере, лишены поглотительной функции. Для экспериментальной проверки этого предположения нами предприняты специальные исследования на изолированных побегах каланхое (*Kalanchoe daigremontiana* L.), формирующих воздушные корни на стеблях и выводковые почки на листьях.

Растения выращивали в 5-литровых глиняных вазонах, находившихся в условиях 8-часового короткого дня для предотвращения цветения. После появления 4—5 пар листьев побеги у корневой шейки срезали и переносили в пустые сосуды Кирсанова (с 7/VII по 10/XI 79 г.), оставляя без полива. Наблюдения, проведенные в течение указанного срока, показали, что изоляция побегов способствует формированию воздушных корней. При регулярном удалении последних в процессе их появления интенсифицируется образование корней на

выводковых почках. При удалении же корней и с выводковых почек уже наступает пожелтение и отмирание самих побегов. Таким образом выясняется, что длительное сохранение жизнедеятельности срезанных побегов обуславливается исключительно наличием на них воздушных корней, которые, как следует из последующих экспериментов, принимают участие в процессах синтеза и обновления как молекул хлорофилла, так и физиологически активных веществ.

Для выявления роли воздушных корней в процессах синтеза хлорофилла были поставлены два варианта опыта: в одном случае формирующиеся воздушные корни оставляли, в другом—регулярно удаляли. Спустя 45 дней определяли содержание хлорофилла в листьях указанных побегов (табл. 1).

Полученные данные наглядно показывают, что по содержанию общего хлорофилла и отдельных его форм листья в этих вариантах существенно отличаются: у побегов с воздушными корнями содержание общего хлорофилла больше в 1,2 раза, т. е. на 24,8%. Эта цифра с первого взгляда не столь велика, однако если учесть, что подобная тенденция проявляется у всех листьев, то становится весьма существенной разница в содержании хлорофилла в листьях растений опытных вариантов. Весьма примечательны данные, характеризующие прочность связи хлорофилла с липопротеидным комплексом. Более слабая прочность этой связи у растений I варианта свидетельствует об активном обновлении молекул хлорофилла. Однако в количественном соотношении хлорофилла *a* и *b* существенной разницы не обнаруживается. Таким образом, приведенные данные наглядно свидетельст-

Таблица 1

Содержание различных форм хлорофилла в листьях изолированных побегов каланхое в связи с образованием воздушных корней (мг/г сухого вещества)

Формы хлорофилла	Изолированный побег			
	с воздушными корнями	без воздушных корней		
	M ± m			
Слабосвязанная форма	<i>a</i>	0,70 ± 0,07	0,55 ± 0,03	
	<i>b</i>	2,3 ± 0,11	1,98 ± 0,05	
	<i>a/b</i>	0,30	0,27	
	<i>a+b</i>	3,0 ± 0,12	2,53 ± 0,09	
% слабосвязанного хлорофилла от общего		54,2	54,9	
	Прочносвязанная форма	<i>a</i>	0,68 ± 0,03	0,49 ± 0,1
		<i>b</i>	1,85 ± 0,09	1,41 ± 0,07
		<i>a/b</i>	0,31	0,34
<i>a+b</i>		2,53 ± 0,11	1,90 ± 0,11	
Общая сумма		5,53 ± 0,13	4,43 ± 0,009	

вуют о положительном влиянии воздушных корней на синтез и обновление хлорофилла в листьях, тогда как их отсутствие приводит к постепенному разрушению зеленых пигментов.

Эта закономерность проявляется не только в отношении хлорофилла листьев, но и хлорофилла феллодермы и других тканей побе-

гов, что иллюстрируется в следующем опыте. Изолированные побеги, у которых удаляли все листья, делили на две группы: у одной сохраняли образующиеся воздушные корни, а у другой последние по мере образования удаляли. Определение содержания хлорофилла проводили в стеблях в разные сроки для иллюстрации динамики зеленых пигментов в зависимости от наличия или отсутствия воздушных корней (табл. 2).

Таблица 2

Содержание различных форм хлорофилла в стебле изолированного побега каланхое в связи с образованием воздушных корней (мг/г сух в-ва)

Формы хлорофилла	Изолированный побег						
	с воздушными корнями			без воздушных корней			
	M ± m						
	28.VIII	25.IX	13.X	28.VIII	25.IX	13.X	
Слабосвязанная форма	<i>a</i>	1,85±0,09	1,70±0,13	2,65±0,14	1,60±0,09	0,65±0,11	0,40±0,11
	<i>б</i>	0,75±0,05	0,80±0,07	1,10±0,05	0,62±0,04	0,40±0,06	0,28±0,03
	<i>a/б</i>	2,4	2,1	2,4	2,5	1,3	1,4
	<i>a+б</i>	2,60±0,13	2,50±0,14	3,75±0,09	2,50±0,14	1,05±0,12	0,68±0,09
% слабосвязанного хлорофилла от общего				60,0	51,0	63,9	66,0
		59,09	52,09				
Прочносвязанная форма	<i>a</i>	1,25±0,09	1,80±0,11	2,15±0,14	0,95±0,10	0,25±0,08	0,10±0,02
	<i>б</i>	0,55±0,03	0,50±0,09	0,35±0,11	0,35±0,07	0,35±0,13	0,25±0,06
	<i>a/б</i>	2,3	3,6	6,1	2,7	0,7	0,4
	<i>a+б</i>	1,80±0,12	2,30±0,14	2,50±0,17	1,30±0,11	0,60±0,15	0,35±0,09
Общая сумма		4,40±0,19	4,80±0,17	6,25±0,11	3,80±0,09	1,65±0,13	1,03±0,11

Полученные данные с большой наглядностью иллюстрируют существенную разницу в содержании хлорофилла в стеблях каланхое, в одном случае имеющих воздушные корни, в другом—без таковых. Как и в предыдущем опыте, выявлено, что наличие корней на побегах привело к количественной стабилизации хлорофилла в стеблях, с постепенным увеличением хлорофилла *a* и параллельным уменьшением хлорофилла *б* у побегов с воздушными корнями. При этом подобная тенденция была обнаружена как у слабосвязанной, так и прочносвязанной с липопротеидным комплексом форм. Этот факт уже показывает, что жизнедеятельность воздушных корней направлена в первую очередь на синтез хлорофилла *a* и не способствует сохранению оптимального уровня обновления хлорофилла *б*.

Совершенно противоположные результаты были получены у растений второго варианта, т. е. у изолированных побегов, лишенных воздушных корней и листьев. За 45 дней общее количество хлорофилла в стеблях уменьшилось в 3,7 раза, при этом убыль хлорофилла *a* была значительна (в 4,6 раза), тогда как содержание хлорофилла *б* уменьшалось незначительно (в 1,8 раза). В данном случае удаление воздушных корней оказало существенное воздействие на распад хлорофилла *a*.

Воздушные корни, как показано экспериментально, играют существенную роль и в синтезе физиологически активных веществ в

листьях <sup>(9)</sup>. Исходя из этих данных, мы вправе полагать, что активизация жизнедеятельности листьев воздушными корнями осуществляется и через синтез ауксинов. В действительности, полученные нами гистограммы (рис. 1) с применением методики Кефели и Турецкой

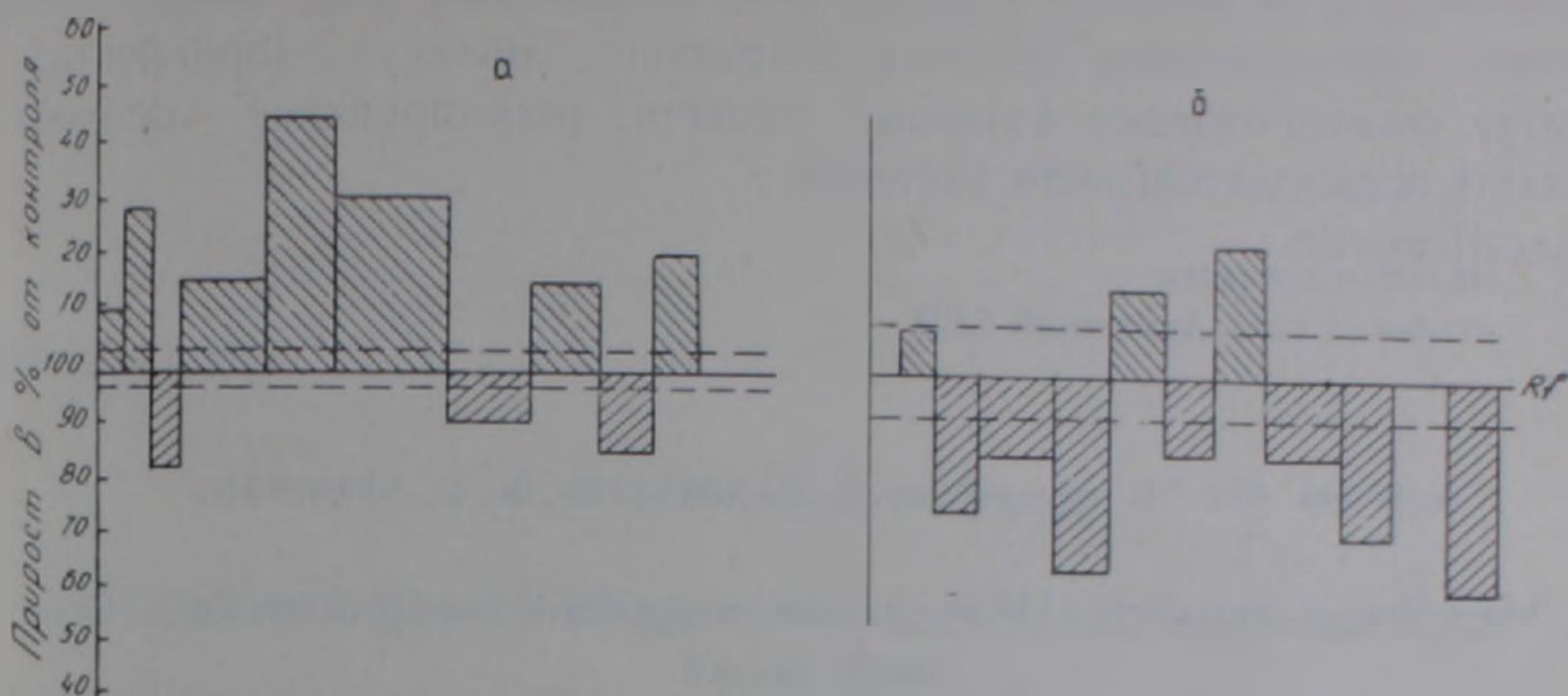


Рис. 1. Содержание физиологически активных веществ в листьях изолированных побегов с воздушными корнями (а) и без корней (б)

<sup>(10)</sup> показывают, что при наличии воздушных корней на изолированных побегах существенно увеличивается активность ауксинов в листьях (а), тогда как удаление корней вызывает нарастание ингибиторов (б).

Указанное обстоятельство наиболее ярко иллюстрируется при определении физиологически активных веществ на выводковых почках (рис. 2). При наличии корней на последних количество аук-

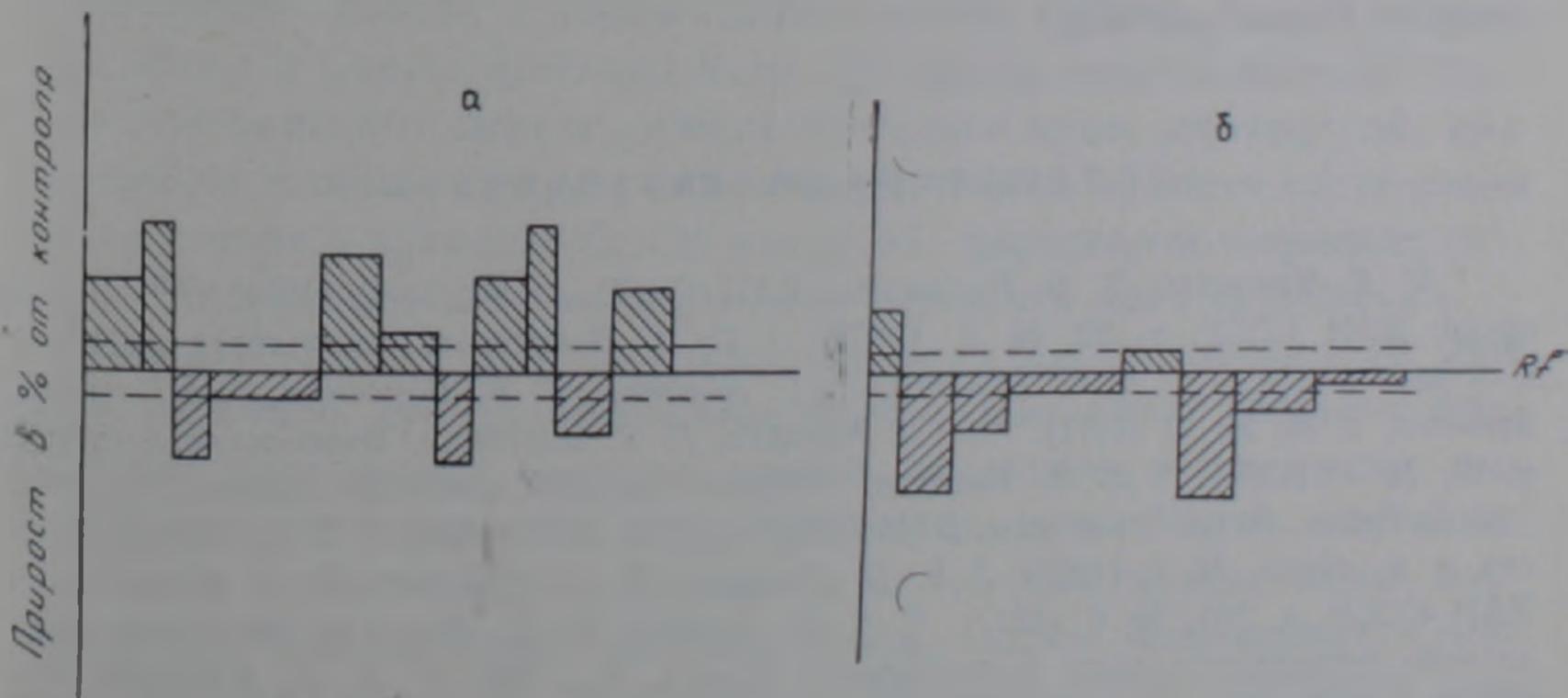


Рис. 2. Содержание физиологически активных веществ в выводковых почках с воздушными корнями (а) и без корней (б)

синов явно преобладает над ингибиторами, а без корней наблюдается обратная картина—ауксины почти исчезают, а содержание ингибиторов возрастает.

Таким образом, приведенные выше экспериментальные данные с большой наглядностью выявляют еще один аспект в роли воздушных корней в общей жизнедеятельности как листьев, так и растения в целом. Хотя они не выполняют поглотительной функции, однако при-

нимают деятельное участие в обменных реакциях. Это прежде всего выражается в метаболической реутилизации промежуточных продуктов азотного обмена листьев (5) и образовании разнообразных аминокислот (11,12), участвующих в синтезе белков. Благодаря метаболической роли воздушных корней, как показывают полученные нами данные, обеспечивается активное обновление молекул хлорофилла и синтез физиологически активных веществ, регулирующих процессы роста и жизнедеятельности растений.

Институт ботаники  
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ի. Ա. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

### Կալանխոյա բույսերի կենսագործունեությունում օդային արմատների դերի մասին

Օդային արմատների կարևորագույն դերը տերևների կենսագործունեության մեջ մեզ բերում են այն համոզման, որ նրանք որոշակի մասնակցություն պետք է ունենան նաև բլորոֆիլի սինթեզի և վերականգնման պրոցեսներում: Այդ ուղղությամբ կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ կալանխոյայի ցողունի վրա եղած օդային արմատները նպաստում են բլորոֆիլի, գլխավորապես նրա ա-ձևի, ինչպես և տերևներում աուքսինների սինթեզին:

Օդային արմատների այդ հատկությունը նպաստում է մեկուսացված տերևների երկարակեցությանը, երբ նրանց պահում ենք արմատներով խորասուզված թորած ջրի մեջ:

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> М. Х. Чайлахян, Т. В. Некрасова, ДАН СССР, т. 96, № 2 (1954). <sup>2</sup> Р. Д. Винокур, ДАН СССР, т. 93, № 2 (1953). <sup>3</sup> Т. В. Некрасова, Физиология растений, т. 5, вып. 6 (1958). <sup>4</sup> В. О. Казарян, А. Г. Абрамян, Г. Е. Вартамян, Биол. журнал Армении, т. 24, № 12 (1971). <sup>5</sup> В. О. Казарян, Г. Е. Вартамян, Физиология растений, т. 26, № 4 (1974). <sup>6</sup> В. О. Казарян, Старение высших растений, Наука, М., 1969. <sup>7</sup> Б. А. Рубин, В. Ф. Германова, ДАН СССР, т. 107, № 5 (1956). <sup>8</sup> Б. А. Рубин, Вестник с. х. науки, № 6 (1963). <sup>9</sup> В. О. Казарян, И. А. Казарян, Л. А. Мнацаканян, ДАН СССР, т. 235, № 6 (1977). <sup>10</sup> В. И. Кефели, Р. Х. Турецкая, Методика определения регуляторов роста и гербицидов, Наука, М., 1966. <sup>11</sup> А. Л. Курсанов, Физиология растений, т. 2, вып. 3 (1955). <sup>12</sup> В. П. Дадыкин, З. С. Игумнова, Физиология растений, т. 3, вып. 3 (1956).