

УДК 2.23.10.3

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Член корреспондент АН Армянской ССР В. О. Казарян,
Н. В. Балагезян, Е. А. Григорян

О роли корней в процессах омоложения листьев

(Представлено 24/III 1973)

Старческое состояние листьев определяется не только возрастом их или материнского растения (¹), влажностью (^{2,3}), световым режимом (⁴⁻⁶ и др.), минеральным питанием (⁷), но и общей функциональной активностью корневой системы. Старение растений и самих листьев, как показано экспериментально (^{8,9}), наступает постепенным уменьшением массы активных корней, приходящихся на единицу поверхности листьев. Такое онтогенетическое сокращение массы всасывающих корней приводит к необратимому уменьшению количества поглощенных и синтезированных ими веществ, коррелятивному ослаблению жизнедеятельности и сокращению числа листьев.

Омоложение растений, противоположно этому, рассматривается как процесс возобновления прежнего повышенного уровня обмена веществ между указанными полярно расположенными метаболическими органами. Омоложение обычно сочетается с формированием новых листьев и корней, характеризующихся более высокой физиологической активностью. В ходе омоложения растений, наступающего в результате усиления функциональной активности корней, повышается и жизнедеятельность старых листьев, претерпевающих ряд внутренних изменений.

Для экспериментальной иллюстрации этого положения в качестве объекта были взяты листья хризантемы (*Chrysanthemum indicum*) сорт «Паук» и катальпы (*Catalpa bignonioides*), которые хорошо укореняются во влажном песке. Листья катальпы были поставлены на укоренение 26/V 1969 г. и спустя примерно два месяца в условиях естественного дня одна часть из них образовала каллус, а другая—развитые корни. Листья хризантемы были взяты для укоренения 29/XI 1969 г. Они сформировали каллус и корни за такое же время в тепличных условиях при температуре воздуха 20—22°C. Для анализа опытные листья у одной группы были взяты непосредственно с растений (I группа), у других—после образования каллуса (II группа) и корней (III

группа). Листья, сформировавшие только каллус, визуально отличались от листьев, носящих развитые корни: они выглядели чуть пожелтевшими, с шероховатой поверхностью.

Для выявления разницы в общем уровне жизнедеятельности указанных групп листьев сначала была определена активность фотосинтеза методом Чатского и Славика (¹⁰). Полученные данные (табл. 1) наглядно показывают, что укорененные листья существенно отличаются по общей фотосинтетической активности. При этом минимальный уровень фотосинтеза обнаружен у листьев с каллусом. С появлением же на черенках развитых корней этот процесс существенно интенсифицируется.

Таблица 1

Изменение фотосинтетической активности изолированных листьев хризантемы (средние данные из 4-х повторностей)

Г р у п п ы	Фотосинтез, мг(CO ₂)час	В процентах
Лист на растении	11,57	100,0
Лист с каллусом	7,87	68,02
Лист с корнями	13,98	120,83

У укорененных листьев наряду с повышением уровня фотосинтеза активизируется и образование хлорофилла, что, как мы отметили, обнаруживается даже визуально. Однако, с целью получения более точных данных, а также определения количественного изменения хлорофилла «а» и «б» нами проведены соответствующие анализы (табл. 2).

Таблица 2

Количественные изменения хлорофилла в опытных листьях хризантемы

Г р у п п ы	Хлорофилл в мг на 1 г сырого веса			
	„а“	„б“	„а+б“	„а/б“
Лист на растении	11,683	10,403	22,086	1,12
Лист с каллусом	10,022	8,041	18,063	1,24
Лист с корнями	19,035	13,501	32,539	1,42

Как показывают приведенные данные, максимальное содержание хлорофилла обнаруживается у укорененных листьев, минимальное—у листьев с каллусом. Нарастание общего количества хлорофилла в укорененных листьях составляет более 47%.

Данные, касающиеся хлорофилла «а» и «б» в этом отношении существенно отличаются: у листьев с корнями увеличение хлорофилла «а» составляет более чем 62%, а хлорофилла «б»—примерно 30%. Этим и объясняется значительное нарастание отношения указанных пигментов хлорофилла у листьев последней группы. Эти данные показывают, что хлорофилл «а» является более лабильной, нежели хлорофилл «б», что было установлено еще ранее (¹¹).

Существенные изменения происходят и с содержанием углеводов

(табл. 3), и азотистых соединений (табл. 4) в опытных листьях.

После изоляции листа в период формирования на них корней из углеводов больше всего подвергалась расходу сахара. Она почти исчезла из листьев. С появлением корней в листовой пластинке количество сахара восстановилось и даже несколько увеличилось. В листьях с корнями обнаружено также существенное повышение содержания полимерных углеводов (главным образом—гемиллюлозы).

Таблица 3

Изменение содержания углеводов в изолированных листьях хризантемы

Г р у п п ы	Углеводы в мг на 1 г сухого вещества					
	глюкоза	мальтоза	сахароза	крахмал	гемиллюлоза	сумма
Лист на растении	48,80	23,20	12,54	24,12	73,20	181,86
Лист с каллусом	48,40	19,40	1,52	95,28	73,56	168,16
Лист с корнями	21,20	18,80	17,86	48,84	103,56	210,26

Сравнительно слабому изменению подвергались различные формы азота (табл. 4).

Максимально изменился в период формирования каллуса белковый

Таблица 4

Изменение содержания азота в изолированных листьях хризантемы

Г р у п п ы	Азот в мг на 1 г сухого вещества			% белкового от общего
	общий	белковый	небелковый	
Лист на растении	25,91	20,33	5,58	78,3
Лист с каллусом	23,80	18,19	5,61	76,9
Лист с корнями	32,92	22,82	10,10	30,6

азот, количество которого уменьшилось на 10,6%. В результате образования корней существенно увеличилось содержание общего азота и более слабо—белкового. Вследствие этого количество небелкового азота почти удвоилось. Видимо, после какого-то оптимального предела прекратилось дальнейшее образование белков в листьях, а корни еще продолжали поглощать азот. При таких обстоятельствах процент белкового азота от общего резко уменьшился и дошел до 30,6%.

В одной из наших работ (12) установлено, что нарушение корне-лиственной корреляции приводит в первую очередь к уменьшению распада азотистых соединений листьев с выделением аммиака. Этот факт рассматривается как один из показателей старческого состояния листа и исходя из этого, мы предполагали, что с изоляцией листьев должно увеличиваться содержание аммиака, а с формированием корней—уменьшаться.

Проведенные для иллюстрации этого положения опыты с листьями катальпы (табл. 5) показали, что самое большое содержание аммиака было обнаружено в пластинке изолированных иносящих каллус листьев, меньше всего—у листьев с корнями. Кроме того, выяснилось,

что клетки каллуса более богаты аммиаком, тогда как в корнях его содержание существенно уменьшается.

Эти данные одновременно показывают, что после изоляции листьев усиливается распад белков в них с выделением аммиака. По мере формирования корней теперь уже активизируется образование белков, с вовлечением аммиака в их состав. У изолированных и неукорененных листьев, видимо, вместе с ассимилятами из клеток пластинки листа к

Таблица 5

Содержание аммиака в листьях каллуса и корнях катальпы

Г р у п п ы	Аммиак в мг на 1 г сырого веса		
	листовая пластинка	каллус	корни
Лист на растении	0,0108	—	—
Лист с каллусом	0,0184	0,0252	—
Лист с корнями	0,0056	—	0,0070

черенкам поступает и аммиак. Каллус в отличие от корней, будучи лишенным метаболической функции и обладая небольшой поверхностью для выделения аммиака, накапливает его.

Исследовалась также активность транспирации опытных листьев (табл. 6) с целью установления зависимости интенсивности транспирации от их корнеобеспеченности и возраста материнского дерева.

Полученные данные наглядно показывают, что неизолитованные листья отличаются более активной транспирацией, нежели укорененные, хотя последние характеризуются весьма повышенной корнеобеспечен-

Таблица 6

Интенсивность транспирации неизолитованных и укорененных одноярусных листьев катальпы

Возраст растений, с которых взяты листья	В а р и а н т ы	Транспирация в мг 110 см ²		
		за 3 мин.	за 5 мин.	за 10 мин.
15-летние деревья	Неизолитованный лист	8,72	17,52	21,28
	Укорененный лист	4,21	7,52	12,48
5-летние деревья	Неизолитованный лист	10,00	18,79	33,83
	Укорененный лист	9,72	13,15	22,55

ностью и содержат больше воды. Как неизолитованные, так и укорененные листья по ксероморфности были равноценными: обе группы в отношении ярусного расположения не отличались. В связи с тем, что укорененные листья характеризуются рядом признаков физиологической молодости и содержат больше гидрофильных компонентов в клетках, они показывают слабую транспирацию. Это положение наглядно видно и при сравнении данных, полученных в опытах с листьями, взятыми от молодых и старых деревьев. Листья тех и других растений, хотя и были одноярусными, транспирационная активность у молодых

деревьев оказалась гораздо ниже. Дело в том, что молодые деревья обладают большой массой активных корней, приходящихся на единицу площади листьев (⁹). Как в этом, так и в случае укорененных листьев, всегда обнаруживается обратная зависимость между коэффициентом корнеобеспеченности листьев и интенсивность транспирации. Это свидетельствует о том, что листья старых деревьев характеризуется весьма повышенным водным дефицитом, нежели таковые молодых деревьев или укорененные листья.

Резюмируя результаты полученных данных, мы вправе констатировать, что в результате укоренения в листьях происходит ряд физиолого-биохимических изменений, которые приводят к их омоложению. С этой точки зрения корни следует рассматривать как орган омоложения. В действительности, укорененные листья могут жить 10 и более лет (¹³), тогда как на материнском растении они стареют и отмирают гораздо раньше.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ Բոտանիկո-անդամ Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ն. Վ. ԲԱԼԱԳՅՈՋՅԱՆ,
Ե. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Տերևների ծերացման պրոցեսներում արմատների դերի մասին

Տերևների հասակային փոփոխությունները պայմանավորված են ոչ միայն բույսի տարիքով, կամ արտաքին պայմաններով, այլև բույսի ակտիվ արմատների մասսայով և ֆիզիոլոգիական վիճակով: Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն բույսերի ծերացումը դիտվում է որպես արմատային անբավարարության հետևանք, որը աստիճանաբար ուժեղանում է բույսի հասակային փոփոխությունների և արտաքին պայմանների վատթարացման զուգահեռ:

Ի հակադրություն ծերացման, բույսերի երիտասարդացումն իրականացվում է արմատային սիստեմի կենսագործունեության ակտիվացման եղանակով: Նշված օրինաչափությունը՝ ինչպես ցույց են տալիս ստորև շարադրվող փորձերի արդյունքները, բնորոշ է նաև բույսից մեկուսացված տերևներին:

Որպես փորձի օբեկտներ վերցվել են բրիզանթեմայի և կատալպայի տերևները, որոնք հեշտությամբ արմատակալվում են խոնավ ավազի պայմաններում: Ստուգիչ, կալլուս առաջացրած և արմատակալացված տերևների կենսագործունեությունների համեմատական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ արմատակալացված տերևները ցուցաբերում են բարձր ֆոտոսինթետիկ ակտիվություն, պարունակում են ավելի շատ բլոբոֆիլ, շարքարներ և սպիտակուցներ: Նախքան արմատակալումը նշված ցուցանիշները զգալի չափով բնկնում են տերևներում, աճելով ամոնիումի քանակը: Տերևների արմատակալման զուգահեռ նկատվում է հակառակ պատկերը:

Բոլորովին այլ է դրությունը ջրի գոլորշիացման ակտիվությունը ստուգիչ, կալլուս ունեցող և արմատակալված տերևների մոտ: Չնայած մայրական բույսերի վրա գտնվող տերևները բնորոշվում են ավելի ցածր արմատաապահովվածությամբ, սակայն ցուցաբերում են ինտենսիվ տրանսպիրացիայի ունակություն:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԴԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Н. П. Кренке, Теория циклического старения и омоложения растений и практическое его применение, Сельхозгиз, 1940. ² А. М. Алексеев, Уч. записки Казанск. Гос. ун-та, 97, 1937. ³ Н. А. Максимов, Сб. работ по физиологии растений, посвященный памяти К. А. Тимирязева, 1941. ⁴ W. W. Garner and A. Allard, Journ. agr. Res., 18, 1920. ⁵ М. Х. Чайлахян, Гормональная теория развития растений, Изд. АН СССР, 1937. ⁶ Б. С. Мешков Фотопериодизм растений, М.—Л., 1961. ⁷ П. И. Гупало, Возрастные изменения растений и их значение в растениеводстве, «Наука», 1969. ⁸ В. О. Казарян, Доклады ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений, Ереван, 1966. ⁹ В. О. Казарян, Старение высших растений, «Наука», 1969. ¹⁰ И. Чатский, Б. Славик, Biologie Plantarum, 2 (2), 1960. ¹¹ А. А. Шлык, Метод меченных атомов в изучении биосинтеза хлорофилла, Минск, 1956. ¹² В. О. Казарян, А. Г. Абрамян, Г. Е. Вартамян, ДАН Арм. ССР, т. 54, 5(1972). ¹³ Н. И. Дубравицкая, Регенерация и возрастная изменчивость растений, Изд. АН СССР, 1961.

