

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. В. Казарян

О влиянии мощности корневой системы на фотосинтетическую
активность листьев и накопление хлорофилла

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 3/11 1966)

С давних пор известно, что при удалении надземных органов (при формировке или обрезке) растений ускоряется восстановление утраченных частей. Эта особенность наиболее ярко проявляется у лесных пород. При срубке ствола за 2—3 вегетационных сезона формирующаяся поросль достигает размеров, преобладающих по общей вегетативной мощности одновозрастные семенные экземпляры в несколько десятков раз. Целым рядом работ показано, что эти фитотехнические приемы приводят к улучшению водного режима растений (¹), повышению фотосинтетической активности листьев (²⁻³), увеличению листовой массы (⁴) и др. Причины подобной интенсификации жизнедеятельности связаны с тем, что указанные фитотехнические приемы вызывают изменение в корне-листовом соотношении в пользу первых. Корни же, будучи метаболическими органами, направляют к надземным частям разнообразные аминокислоты (⁵⁻⁶), органические формы азота (⁶) и фосфора (⁷), даже нуклеиновые кислоты (⁸). Активация общей жизнедеятельности листьев при обрезке и формировке, как нам кажется, связана именно с этим обстоятельством. Отсюда логически следует, что при чрезмерном стимулировании роста корней и, следовательно, усилении метаболической деятельности последних должна повыситься как фотосинтетическая активность, так и содержание хлорофилла в листьях.

Для экспериментального подтверждения этих положений нами в вегетационном сезоне 1965 года в Лаборатории физиологии растений Ботанического института АН Армянской ССР был проведен ряд исследований с оранжерейным травянистым растением *Hypoestes phyllostoches*.

В качестве контроля служили вегетирующие растения, выращенные в небольших глиняных вазонах. Опытным вариантом явились укорененные листья, носящие массу всасывающих корней, приводящих к существенному изменению корне-листового соотношения по сравнению с контрольными растениями (табл. I).

Как следует из таблицы на единицу площади листа у контрольных растений приходится примерно в 10 раз меньше рабочей поглотитель-

Таблица 1

Показатели вегетативной мощности корней и листьев у подопытных растений

Варианты	Число	Л и с т ь я			К о р н и			Соотношение по- верхностей ко- рень/лист
		сухой вес в г	поверхность в см ²		сухой вес в г	поглотительная поверхн. в кв. м		
			всех листьев	одного листа		общая	рабочая	
Контроль	158	2,39	1326	8,4	0,98	10,20	4,96	7,84
Укорененный лист	1	0,13	22	22,0	0,16	0,89	0,77	404,5

ной корневой поверхности, чем у укорененных листьев. В результате укорененный лист обеспечивается гораздо лучше водой, минеральными веществами и корневыми метаболитами. Следовательно, должны быть гораздо активнее процессы жизнедеятельности у укорененных листьев по сравнению с листьями контрольных растений.

Для иллюстрации этого положения в следующем опыте произвели определение количества хлорофилла и интенсивность фотосинтеза в листьях подопытных растений (табл. 2).

Таблица 2

Содержание хлорофилла *а* и *б* и активность фотосинтеза в листьях подопытных растений

Варианты	Хлорофилл <i>а</i> и <i>б</i> в % на сухой вес				Активность фотосинтеза в мг СО ₂ д.м ² час
	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>а + б</i>	<i>а/б</i>	
Контроль	0,25	0,18	0,43	1,38	11,25
Укорен. лист	0,58	0,19	0,77	3,05	33,4

У укорененных листьев, как мы видим из таблицы, больше как хлорофилла *а* и *б*, так и интенсивность фотосинтеза. В данном случае увеличение мощности корней способствует как синтезу хлорофилла *а* и *б* в листьях, так и усилению фотосинтеза. Как известно из экспериментальных данных Б. А. Рубина и сотрудников (9-11), синтез хлорофилла в подземных органах связан с метаболической деятельностью корневой системы растений: в данном случае большое количество хлорофилла в указанном листе связано, с одной стороны, с мощностью корневой системы, с другой—с повышенной ее метаболической деятельностью.

Весьма интересно еще и то обстоятельство, что увеличение хлорофилла в укорененных листьях осуществлялось в основном за счет его пигментов *а*. Соотношение *а* и *б* у укорененного листа оказалось примерно в 3 раза больше. Во столько же раз была больше и фотосинтетическая активность этих листьев. Этот факт показывает, что наблюдается параллелизм между увеличением количества хлорофилла *а* и интенсивностью фотосинтеза.

В следующих анализах мы ставили цель определить метаболическую активность корней подопытных растений, чтобы можно было объяснить столь усиленное повышение фотосинтетической деятельности укорененных листьев. Кроме того, мы предполагали, что в связи с усиленным фотосинтезом укорененных листьев, а также тратой фотосинтетических продуктов лишь на корни должна повышаться метаболическая деятельность корней. С этой целью были определены различные формы азота по методу Кьельдаля ⁽¹²⁾ и фосфора по Лопесу и Лоури ⁽¹³⁾, а также аминокислотный состав корней по методу бумажной хроматографии ⁽¹⁴⁾. Полученные данные сведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание разных форм азота в корнях (в мг на 1 г сухого вещества)

Варианты	Общий	Белковый	Небелковый
Контроль	16,05	8,25	7,80
Укорененный лист .	27,00	13,92	13,08

Как следует из приведенных цифр, корни изолированных листьев показывают как повышенную поглотительную, так и метаболическую активность в отношении азота. Так, например, как поглотительная, так и метаболическая активность у корней изолированного листа на 68,7% больше, по сравнению с таковыми у корней контрольных растений.

О повышенной метаболической активности корней укорененных листьев свидетельствуют также данные по содержанию различных форм фосфора в корнях подопытных растений (табл. 4).

Таблица 4

Содержание разных форм фосфора в корнях
(в мг на 1 г сухого вещества)

Варианты	Общий	Органический	Неорганический
Контроль	0,38	0,20	0,18
Укорененный лист	0,48	0,26	0,22

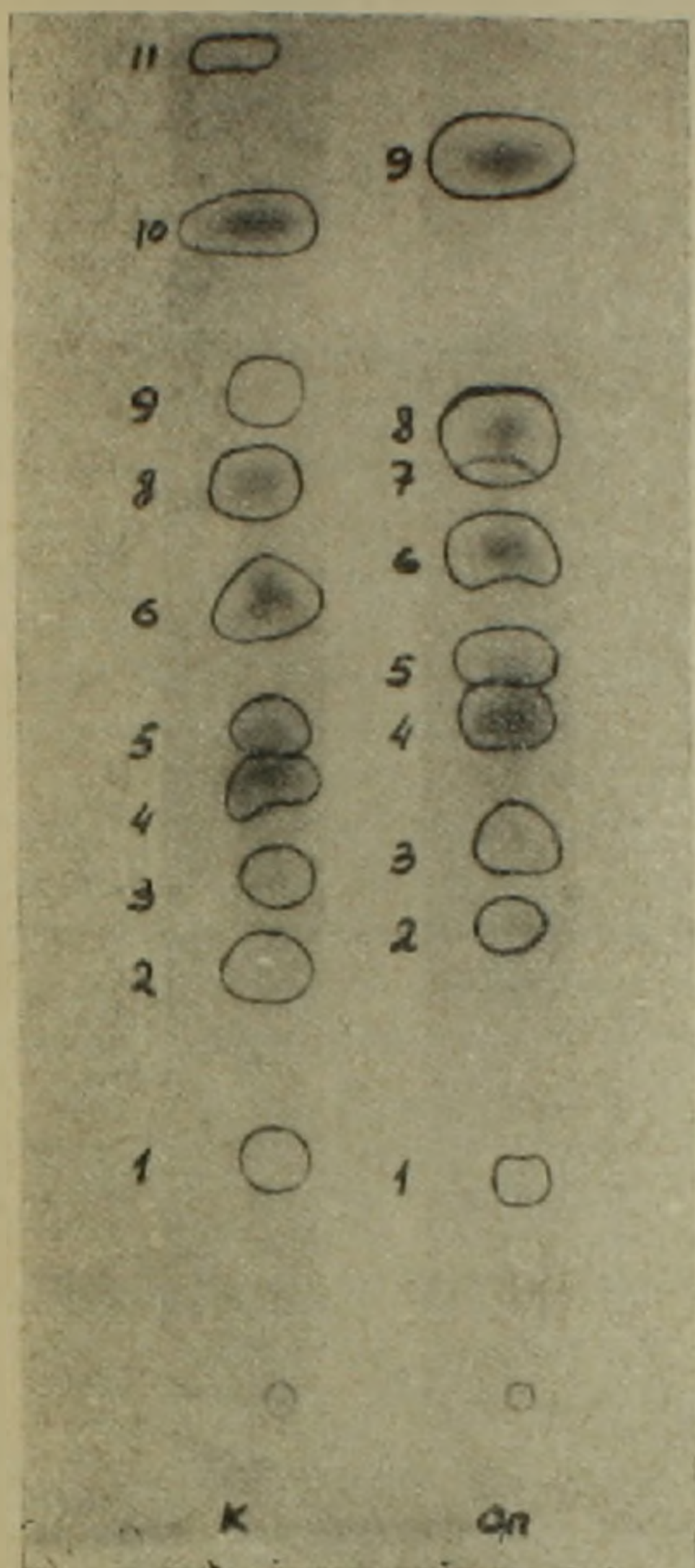
Так же, как и в предыдущей таблице, в данном случае опять-таки явились факты повышенной метаболической деятельности корней изолированных листьев в отношении фосфора. Как мы видим, разница между содержанием органической формы фосфора в корнях обоих вариантов составляет 30%, что и характеризует синтетическую активность корней.

В отношении же содержания аминокислот получены сравнительно новые данные (фиг. 1). В корнях опытных растений оказалось на одну аминокислоту больше, что, по-видимому, было связано с их усиленным ростом и в связи с этим синтезом белков. Кроме того, у корней изоли-

рованных листьев взамен треонина идентифицированы валин и фенил-аланин. Уменьшение количества аминокислот у опытного варианта, по-видимому, связано с усиленным ростом корней и в результате этого синтезом белков. Следует иметь в

виду, что на каждый изолированный лист приходится гораздо больше корневой массы, чем на каждый лист у контрольных растений.

Повышенная метаболическая активность корней изолированных листьев несомненно обусловлена обильным их снабжением сахарами. Ведь у них единственным растущим органом является корневая система, в то время как у контрольных растений непрерывно формируются также и новые листья и побеги, на которые тратится значительная доля синтезирующихся ассимилятов. Следует также иметь в виду повышение фотосинтетической активности изолированных листьев, что направлено исключительно на питание кор-



Фиг. 1. Аминокислотный состав корней контрольного (К) растения и изолированного листа (On). Аминокислоты: 1—лизин; 2—аспарагин, 3—аспарагиновая кислота; 4—серин + глицин; 5—триптофан; 6—глутаминовая кислота; 7—треонин; 8—аланин; 9—метионин; 10—валин; 11—фенилаланин.

Корни изолированных листьев, как наглядно видно из приведенных цифр, на 57,1% содержат больше сахара. Такое обильное питание корней сахарами приводит к усилению общей их жизнедеятельности, в первую очередь роста и метаболической активности.

Результаты всех этих экспериментальных данных приводят нас к следующим основным выводам.

1. Увеличение мощности рабочей поглотительной поверхности корней приводит к повышению фотосинтетической активности листьев и увеличению количества хлорофилла.

Таблица 5

Содержание разных форм сахаров в корнях (в мг на 1 г сухого вещества)

Варианты опыта	Редуцирующие сахара	Сахара	Мальтоза	Сумма
Контроль	1,95	4,70	1,71	8,36
Укорененный лист	1,70	8,20	3,28	13,13

ней. Для иллюстрации этого положения мы в следующем опыте определили количество сахаров в корнях исследуемых растений (табл. 5).

2. Обнаруживается параллелизм между повышенной метаболической активностью корней, с одной стороны, и фотосинтетической активностью, а также содержанием хлорофилла в листьях, с другой.

За помощь и консультацию при выполнении настоящей работы автор выражает искреннюю признательность В. А. Давтяну.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Վ. Վ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՏԵՐԵՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱԳՈՐԺՈՒՆԵՐՈՒՄԻ ՎՐԱ ԱՐՄԱՏԱՅԻՆ ՈՒՍԿԵՄԻ ԿԳՈՐՈՒՄԻ ԱՊԿԵՑՈՒՄԻ ՄԱՍԻՆ

Դեռ շատ վաղուց հայտնի է, որ բույսերի խուզման և կտրման հետևանքով զգալի չափով ուժեղանում է տերեւների կենսագործունեությունը: Այդ փաստը հավանաբար բացատրվում է նրանով, որ նշված ֆիտոտեխնիկական եղանակները փոխում են արմատատերեւային մասսաների փոխհարաբերությունը ի օգուտ արմատներին: Այդ ենթադրությունը էքսպերիմենտալ եղանակով հաստատելու, ինչպես և տերեւների կենսագործունեության ակտիվացման ներքին պատճառները ի հայտ բերելու նպատակով մեր կողմից 1964 թ. և 1965 թ. վեգետացիոն սեզոնում զրվել են մի շարք փորձեր:

Որպես փորձի սբյեկտ վերցվել են չեբմոցային բույսերից *Hypoestes phyllostoches*. Կոնտրոլ վարիանտի բույսերը աճեցվել են Թաղարների մեջ, իսկ որպես փորձնական վարիանտ վերցված են այդ բույսի մեկուսացված և արմատակալիցված տերեւները: Այս եղանակով հնարավոր է տերեւակոթուների վրա առաջացնել մեծ քանակությամբ արմատներ՝ զրանով իսկ փոխել արմատների բանվորական կլանող և տերեւի մակերեսների հարաբերությունը ջանկացած չափով:

Փորձի ենթակա վարիանտների մոտ ուսումնասիրվել է արմատային և տերեւային մակերեսների ֆոտոսինթեզի ակտիվությունը, բլորոֆիլի ու նրա պիգմենտների քանակը, ինչպես և արմատների նյութափոխանակային ֆունկցիայի ակտիվությունը:

Կատարված բոլոր փորձերի և բիրոմիական անալիզների արդյունքները հեղինակին բերել են հետևյալ հիմնական եզրակացությունների՝

1. Կլանող արմատների մակերեսային զգալի ավելացումը նպաստում է ֆոտոսինթեզի ուժեղացմանը ինչպես և բլորոֆիլի քանակի մեծացմանը տերեւներում:

2. Ուղղակի կապ է հայտնաբերված մի կողմից արմատների մետաբոլիկ գործունեության, մյուս կողմից ֆոտոսինթետիկ ակտիվության և տերեւներում բլորոֆիլի կուտակման միջև:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ И. К. Коломиец, „Сад и огород“, № 1, 1946. ² И. Л. Коссович, „Лесное хозяйство и лесозаготовка“, № 10, 1936. ³ В. О. Казарян, Физиологические основы онтогенеза растений, 1959. ⁴ П. П. Шумт, Биологические основы агротехники плодового сада, М., 1952. ⁵ А. Л. Курсанов, Взаимосвязь физиологических процессов в растениях, Тимирязевские чтения, 1960. ⁶ В. А. Кретович, З. Г. Евстигнеева, К. Б. Асеева и Н. Г. Савкина, Физиология растений, 1, 1, 1954. ⁷ Д. А. Сабинин, О значении корневой системы в жизнедеятельности растений, Тимирязевские чтения, 1949. ⁸ Б. А. Рубин и Б. Ф. Германова, ДАН СССР, 107, 5, 1956. ⁹ Б. А. Рубин и Б. Ф. Германова, Успехи современной биологии, 43, 3, 1956. ¹⁰ Б. А. Рубин, И. А. Чернавина, А. Н. Николаева, ДАН СССР, 114, 5, 1957. ¹¹ А. Н. Белозерский и Н. И. Проскуряков, Практическое руководство по биохимии растений, М., 1951. ¹² О. Лоури и Дж. Лорес, The Journal of Biological chemistry, 162, 3, 1946. ¹³ Ж. В. Успенская и В. А. Кретович, Количественное определение аминокислот при помощи хроматографии на бумаге, 1962.