

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.132: 581,193

В. А. Давтян

**О качественном различии ксилемного сока и его влиянии на фотосинтез у разновозрастных деревьев бука восточного**

(Представлено академиком НАН Армении В.О.Казаряном 22/XII 1998)

Одним из характерных показателей поглотительной и метаболической активности корневой системы растений является биохимический состав ксилемного сока (КС). Через него транспортируются в надземные органы разнообразные корневые метаболиты (1,2), вещества гормональной природы (3), минеральные элементы (4) и т.п., которые в листьях участвуют в процессах синтеза белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла и других соединений.

Метаболическая деятельность корневой системы меняется с возрастом растений. В начальном периоде индивидуальной жизни она характеризуется повышенной физиологической активностью, в дальнейшем, в ходе старения, корневая активность постепенно затухает (2). При этом с возрастом заметно изменяется и биохимический состав КС. У молодых деревьев в КС меньше содержится азота и фосфора и выше активность пероксидазы и полифенолоксидазы, а у старых – наоборот. В результате сухой вес КС молодых деревьев намного меньше, чем у суховершинных, а листья первых отличаются более высокой способностью ассимиляции  $CO_2$  (5,6).

Этот факт дает основание полагать, что между концентрацией КС и интенсивностью фотосинтеза существует обратная связь.

С целью экспериментальной проверки этого предположения нами были определены содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза листьев молодых деревьев под влиянием КС разновозрастных особей.

Объектом исследования служили молодые (25-30 лет) и суховершинные (220-240 лет) деревья бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky), произрастающих на территории Ноемберянского лесхоза в Армении.

В период интенсивного роста (в начале июля) в 9 ч утра из верхнего яруса стволов трех модельных деревьев по ранее разработанной методике (7) собирали КС, в котором немедленно определяли содержание сухих веществ в

вакуум-сушильном шкафу. Одновременно из верхнего яруса рядом стоящих молодых одновозрастных деревьев срезали побеги одинаковой длины и с одинаковым числом листьев и срезанными концами погружали в колбы, наполненные 100 мл КС молодых и суховершинных деревьев. Листья заранее закрывали бумажными светонепроницаемыми пакетами. Спустя 3 ч пакетики снимали и проводили определение содержания хлорофилла по Маккинни (8) и интенсивности фотосинтеза по Чатскому и Славику (9). Повторность определений 4-кратная.

Результаты исследований показали, что старение деревьев приводит к резкому повышению концентрации КС (табл.1).

Таблица 1

**Концентрация КС молодых и старых деревьев  
бука восточного**

Возраст деревьев, лет	Содержание, мг/100 мл ( $M \pm m$ )	
	сухих веществ	зола
25-30	58,3±3,17	16,4±1,66
220-240	120,5±5,55	36,7±1,95

Как следует из приведенных данных, содержание сухих веществ в КС 220-240-летних суховершинных деревьев в 2,06, а зола в 2,23 раза больше, чем в КС молодых особей. Это, видимо, следует объяснить ослаблением избирательной способности корней старых деревьев к разнообразным элементам, растворенным в почвенной воде. Вместе с этим корни старых деревьев должны удовлетворять усиленную потребность ксероморфных листьев в воде. В результате эти листья обогащаются метаболитами и иными веществами, которые в той или иной степени снижают активность фотосинтеза и синтез хлорофилла в листьях. Приведенные в табл.2 данные подтверждают это предположение.

Таблица 2

**Содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза листьев  
верхнего яруса разновозрастных деревьев бука восточного\***  
( $M \pm m$ )

Возраст деревьев, лет	Высота яруса, м	Содержание хлорофилла в 15 ч, мг/дм <sup>2</sup>	Интенсивность фотосинтеза, мг CO <sub>2</sub> /дм <sup>2</sup> ч		Ассимиляци- онное число
			в 12 ч	в 15 ч	
25-30	9,7	5,49±0,15	9,6±0,15	8,3±0,32	1,51
220-240	16,4	4,31±0,10	6,7±0,31	4,6±0,12	1,06

\* Освещенность в 12 ч 75,8±7,3, в 15 ч 78,2±5,0 тыс.лк, температура воздуха соответственно 33,3±2,0 и 24,8±1,3°C.

Из данных табл.2 видно, что листья верхнего яруса молодых деревьев содержали намного больше хлорофилла, чем листья суховершинных индивидов. Листья молодых деревьев с высоким содержанием хлорофилла проявляли гораздо большую (на 58,4%) способность ассимиляции CO<sub>2</sub>, чем листья старых

особей, что объясняется повышенной "работоспособностью" зеленых пигментов, выражающейся ассимиляционным числом фотосинтеза.

Аналогичные данные получены при погружении срезанных концов листоносных побегов верхнего яруса молодых деревьев как в собственный КС, так и КС старых деревьев. При этом для экспериментальной проверки влияния концентрации КС на ассимиляционную деятельность листьев в исследования включался третий вариант опыта. Он заключался в том, что КС старых деревьев разбавляли водой в 2,06 раза и тем самым его концентрация выравнивалась с таковой у молодых (табл.3).

Таблица 3

**Содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза листьев молодых деревьев бука восточного при погружении в КС разновозрастных деревьев на 3 и 6 ч\***

Варианты опыта	Содержание хлорофилла в 15 ч, (M±m)	Интенсивность фотосинтеза, мг CO <sub>2</sub> /дм <sup>2</sup> (M±m)		Ассимиляционное число в 15 ч
		в 12 ч	в 15 ч	
В КС молодых деревьев	5,20±0,12	8,7±0,36	6,8±0,18	1,31
В КС суховершинных деревьев	4,34±0,07	5,4±0,25	3,9±0,18	0,90
В разбавленном КС суховершинных деревьев	4,67±0,11	7,6±0,12	5,3±0,19	1,13

\* Условия опыта те же, что и в табл. 2.

Данные табл.3 показывают, что листья молодых деревьев, снабжавшиеся собственным, менее концентрированным КС, содержали намного больше зеленых пигментов и при этом соответственно повышалась активность ассимиляции CO<sub>2</sub>. При искусственном же снижении концентрации КС суховершинных деревьев получены промежуточные данные.

Изменение содержания хлорофилла в листьях сочеталось с изменением интенсивности фотосинтеза. В одних и тех же условиях высокую фотосинтетическую активность проявляли листья молодых деревьев, получивших собственный КС, тогда как КС, полученный у суховершинных деревьев, заметно подавлял активность фотосинтеза даже высокожизнеспособных листьев молодых деревьев.

Разбавление КС суховершинных деревьев до концентрации КС молодых, вероятно, ослабляло это влияние, в результате чего значительно усиливалась фотосинтетическая деятельность листьев. При этом, хотя последняя через 3 и 6 ч соответственно на 12,7 и 22% отставала от фотосинтетической деятельности листьев, получивших КС молодых деревьев, тем не менее в указанные периоды опыта на 40,7 и 35,9% превышала таковую листьев, погруженных в неразбавленный КС суховершинных деревьев.

Приведенные в табл.3 данные убеждают в том, что концентрация КС является одним из внутренних факторов, обуславливающих физиологическую активность листьев в ходе индивидуального развития растений.

Полученные данные дают основание полагать, что ассимиляционное число также зависит от возрастного состояния деревьев. Видимо, снабжение листьев менее концентрированным, но физиологически более активным КС молодых деревьев приводит к увеличению доли физиологически активных молекул хлорофилла и ассимиляционного числа и наоборот.

Таким образом, онтогенетическое состояние деревьев в сочетании с соответствующей концентрацией КС играет известную роль в процессах фотосинтетической деятельности листьев. При этом в молодом возрасте растений концентрация КС по вертикали ствола имеет отрицательный, а при старении и возникновении суховершинности положительный градиент, что говорит о его физиологической сущности (5). Она заключается в том, что листья разновозрастных деревьев проявляют неодинаковую потребность к веществам КС. При этом полагается, что листья молодых деревьев поглощают из последнего относительно больше метаболитов и минеральных веществ, нежели воды, тогда как листья старых деревьев, будучи физиологически менее активными и имея более ксероморфную структуру, поглощают больше воды для энергичной транспирации.

Теоретический анализ полученных данных показывает, что одним из неблагоприятных внутренних факторов, приводящих к ослаблению основного процесса жизнедеятельности древесного растения, является концентрация КС. Возрастные изменения приводят к тому, что постепенно изменяется концентрация и качество ксилемного потока, вследствие чего постепенно ослабляется синтез хлорофилла и, соответственно, фотосинтетическая активность листьев.

Институт ботаники НАН Армении

#### Վ. Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ

Արևելյան հաճարենու տարահասակ ծառերի քսիլեմային հյուսի որակական տարբերության և ֆոթոսինթեզի վրա նրա ազդեցության մասին

*Տերևների ֆունկցիոնալ ակտիվությունը մեծ չափով պայմանավորված է արմատներից ստացված մետաբոլիտների որակական և քանակական կազմով: Եղնելով դրանից ենթադրվել է, որ ծառային բույսերի անհատական զարգացման ընթացքում որոշակի կապ գոյություն ունի արմատների կենսազործունեությունն արտահայտող քսիլեմային հյուսի խտության և տերևների ֆիզիոլոգիական ակտիվության միջև:*

*Այդ ենթադրությունը ստուգելու նպատակով արևելյան հաճարենու երիտասարդ (25-30 տարեկան) և ծեր, չորագագաթ (220-240 տարեկան) ծառերի բնի վերին հարկից ստացվել է քսիլեմային հյուս, որի խտությունը ծեր անհատների մոտ գերազանցել է երիտասարդներին 2,06 անգամ: Այնուհետև երիտասարդ ծառերի վերին հարկից կտրվել են տերևակիր ընձյուղներ և 3 և 6 ժամ ընկղմվել ինչպես սեփական, այնպես էլ ծեր ծառերից ստացված քսիլեմային հյուսի մեջ: Փորձի երրորդ տարբե-*

րակում ծեր ծառերի քսիլեմային հյուսիս խտությունը ջրով 2,06 անգամ նոսրացնելով հասցվել է երիտասարդ ծառերի քսիլեմային հյուսիս խտությանը:

Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ քսիլեմային հյուսիս խտությունն իրար ազդում է տերևներում քլորոֆիլի սինթեզի և ֆոտոսինթեզի ակտիվության վրա: Երիտասարդ ծառերի քսիլեմային հյուսիսը նպաստում է այդ պրոցեսների խթանմանը, այն ժամանակ, երբ ծեր անեատները, որոնց բնորոշ է նրա բարձր խտությունը, բացասական կերպով է անդրադառնում նույնիսկ երիտասարդ ծառերի ֆիզիոլոգիապես ակտիվ տերևների ֆունկցիոնալ գործունեության վրա:

Ծեր ծառերի քսիլեմային հյուսիս նոսրացման դեպքում ստացվել են միջանկյալ տվյալներ:

Ստացված արդյունքների տեսական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ծառային բույսերի տերևների կենսագործունեության համար կարևոր ներքին գործոն է հանդիսանում քսիլեմային հյուսիս խտությունը: Հասակային փոփոխությունները բերում են քսիլեմային հյուսիս խտության և որակի աստիճանական փոփոխմանը, որի հետևանքով տերևներում թուլանում է քլորոֆիլի սինթեզը և ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը:

### ЛИТЕРАТУРА – ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> А.Л.Курсанов, Транспорт ассимилятов в растении, М., Наука, 1976. <sup>2</sup> В.О.Казарян, Физиологические аспекты эволюции от древесных к травам, Л., Наука, 1990. <sup>3</sup> Т.В. Лухолат, Регуляторы роста древесных растений, М., Лесная промышленность, 1983. <sup>4</sup> Н.Th. Wolterbeek, M.de Bruin, M.van Gettevink – Holboorn, Int. Conf. Athens., v.1, p.521-523, (1985). <sup>5</sup> В.О.Казарян, П.А.Хуршудян, В.А.Давтян и др. ДАН АрмССР, т.75, №4, с.186-191 (1982). <sup>6</sup> В.О.Казарян, В.А.Давтян, Р.Г.Арутюнян, Тез.докл.Всес.конф. "Проблемы физиологии и биохимии древесных растений", Красноярск, ч.2, с.40, 1982. <sup>7</sup> А.И.Федорова, В.О.Казарян, В.А.Давтян, в кн.: Исследование обмена веществ древесных растений, Новосибирск, Наука, с.117-122, 1985. <sup>8</sup> G.Mackinney, J. Biol. Chem., v.140, №1, p.315-321, (1941). <sup>9</sup> И. Чатский, Б.Славик, Biol. Plantarum. v.2 (2), p.107-112, (1960).