

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Член-корреспондент АН СССР Л. А. ИВАНОВ

**О СОСУЩЕМ АППАРАТЕ КОРНЯ  
ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД СОВЕТСКОГО СОЮЗА**

Корневая система служит, как известно, для минерального питания и водоснабжения растения и потому состоит из двух резко различных по анатомическому строению и функции частей — проводящей и поглощающей. Строение и функции поглощающей части имеют особо важное значение, так как именно они в значительной степени определяют поглощение воды и минеральных веществ, необходимых для роста и развития всего растения. Между тем, до сих пор наши знания об этой части корня очень скудны, мы даже не имеем общепринятого метода измерения этой наиболее важной части его. Довольно многочисленные попытки охарактеризовать корневую систему разных пород большей частью сводятся к морфологическому описанию ее скелета. В более редких случаях измеряют вес и размеры корней без различия проводящей и сосущей частей. Такие измерения дают неправильную характеристику корневой системы, так как из общей ее длины и веса только небольшая часть, и притом различная у различных пород, служит важной функции поглощения воды и минеральных веществ.

Цель настоящей работы — подойти хотя бы приближенно к определению сосущей части корней разных пород и тем самым установить различие в степени использования ими влаги почвы, поскольку оно зависит от поглощающей поверхности корня.

Наиболее удобно и надежно всасывающая часть различается по строению периферических тканей корня. Если сохранилась живая, тургесцирующая паренхима коры, если клетки ее не спадаются, оболочка и содержимое не чернеют и нет опробковения в слое клеток под слоем с волосками (экзодермы), то корень еще может служить для всасывания. Присутствие корневых волосков необязательно и далеко не всегда может считаться признаком всасывающей части у древесных пород. Они иногда долго сохраняются на уже мертвой первичной коре, под которой начинается образование пробковой ткани, а на корневых окончаниях с микоризой их может и не быть. Поэтому руководствоваться только ими для определения всасывающей части нельзя.

Определение всасывающих частей легче всего идет на свежем материале, только что извлеченном и отмытом водой. В этом случае они особенно хорошо без особой обработки выделяются своей более светлой окраской. На таком материале всасывающая часть легко измерялась под микроскопом в длину и в толщину. В сомнительных случаях делались тонкие поперечные разрезы; они обесцвечивались жавелевой водой и обрабатывались красителем суданом III, который обнаруживал опробковение экзодермы или появление пробковой ткани, препятствующей всасыванию. Таким образом определялась та граница, на которой корень переставал нести функцию всасывания. Правда, в последнее время ряд американских авторов

((<sup>4</sup>, <sup>5</sup>) и др.) обнаружил проникновение воды через покрытые пробкой части корней на хвойных и особенно на лиственных. Однако по Крамеру значение такого проникновения выступает только при погружении в воду и в условиях, задерживающих рост молодых корешков (холод зимой, засуха летом). По Аддомсу вода проникает при этом собственно не через пробковые слои, а через чечевички, трещины у основания боковых корешков и повреждения коры. Опыты Крамера проводились в потометре с водой, а опыты Аддомса — в водном растворе краски, т. е. в условиях, совершенно отличных от тех, когда получение воды через проводящие корни имело бы для дерева значение. При недостатке воды в почве (засуха, замерзание), как указано, сам Крамер не допускает возможности получения сколько-нибудь заметных количеств влаги через поверхность проводящих корней. Поэтому в дальнейшем при определении сосущей поверхности корня мы не принимали во внимание этот весьма сомнительный путь проникновения.

Настоящее исследование проводилось на 1—2-летних сеянцах, выросших на песчаной почве в питомнике парка Лесотехнической академии в Ленинграде\*.

Изучение сосущей части корневых систем показало, насколько грубы и даже неправильны современные способы определения этой важной части. То, что называют мочками корня, обычно представляют более тонкие проводящие оси, которые несут сосущие части, но сами ими не являются. По нашим исследованиям (см. табл. 1), сосущие части имеют толщину 0,1—0,3 мм, и потому выделение «мелких» корней толщиной хотя бы меньше 1 мм, как это иногда делается, вводит в эту группу большую (особенно по весу) долю проводящих корней. Мы считаем, что в группу сосущих могут войти только корни толщиной меньше 0,4 мм. Сюда, конечно, не войдут толстые ростовые окончания, но они единичны и не играют существенной роли во всасывании.

Таблица 1

Размеры сосущей части корней сеянцев древесных пород

Порода	Возраст, лет	Диаметр в мм	Длина в мм	Сосущая поверхность окончаний в мм <sup>2</sup>	Число окончаний на сеянец	Поверхность всех окончаний сеянца в мм <sup>2</sup>
Ель . . . . .	1	0,26	0,70	0,57	50	29
	2	0,20	0,25	0,16	780	125
Сосна . . . . .	1	0,32	1,00	1,00	250	250
	2	0,26	0,60	0,50	3800	1900
Дуб черешчатый . . . . .	1	0,11	2,00	0,69	3000	2070
	2	0,11	1,40	0,48	6365	3055
"  красный . . . . .	1	0,11	1,50	0,52	2200	1140
Липа мелколистная . . . . .	1	0,22	1,50	1,04	912	950
Береза бород. . . . .	1	0,30	1,00	0,94	445	418
	2	0,29	1,36	1,24	1600	1984
Ильм . . . . .	1	0,20	3,00	1,88	420	790
Клен остролистный . . . . .	1	0,33	3,00	3,11	407	1266
	4	0,31	2,40	2,34	1415	3311
Ясень манчжур. . . . .	1	0,33	18,00	18,65	580	10817
"  обыкн. . . . .	1	0,33	19,00	19,69	678	13349

Вычисленная по диаметру и длине цилиндрическая поверхность одного сосущего окончания в среднем (см. табл. 1) очень мала у всех пород. Ее величина колеблется от 0,6 до 1,0 мм<sup>2</sup> и поднимается только у клена до 3 мм<sup>2</sup>, а у ясеня даже почти до 20 мм<sup>2</sup>. С возрастом у всех пород (кроме

\* Измерения производились О. Ф. Богдановской, за что приношу ей искреннюю благодарность.

березы) сосущая поверхность одного окончания в среднем уменьшается.

Наконец, суммарная сосущая поверхность всех корней однолетнего сеянца обнаруживает у разных пород некоторую связь с их водным режимом. Выделяются малой сосущей поверхностью сеянцы слабо транспирирующих хвойных и очень большой поверхностью сильно транспирирующий ясень. Еще яснее эта связь с водным режимом обнаруживается у разных пород при сопоставлении сосущей поверхности их корней с поверхностью их листьев. Величину, показывающую сколько кв. миллиметров поверхности корня приходится на 1 см<sup>2</sup> листовой поверхности, можно назвать коэффициентом водного обслуживания листа корнем. Чем он больше, тем относительно бóльшая поверхность корня обслуживает единицу поверхности листа (см. табл. 2).

Таблица 2

Отношение сосущей корневой поверхности в мм<sup>2</sup> к см<sup>2</sup> листовой поверхности (коэффициент водного обслуживания) в сеянцах древесных пород

Порода	Поверхность сосущих корней в мм <sup>2</sup>		Поверхность листьев в см <sup>2</sup>		Коэффициент обслуживания	
	Возраст растений					
	1 г.	2 г.	1 г.	2 г.	1 г.	2 г.
Ель . . . . .	29	122	29,6	1628,0	0,98	0,07
Сосна . . . . .	250	1861	30,1	4084,0	8,31	0,46
Дуб черешчатый . . . . .	2070	—	355,0	—	5,80	—
Клен остролистный . . . . .	1266	—	19,8	—	64,00	—
Ильм . . . . .	790	—	10,9	—	72,50	—
Береза бород. . . . .	418	1981	2,3	29,0	181,50	68,5
Липа мелколистная . . . . .	950	—	4,8	—	198,00	—
Ясень обыкн. . . . .	13349	—	55,9	—	237,90	—

В табл. 2 этот коэффициент вычислен для сеянцев 8 пород, которые, судя по нашим определениям их транспирации под Москвой<sup>(3)</sup>, в условиях достаточного увлажнения могут быть разбиты на 3 группы: слабо, средние и сильно транспирирующих. Из табл. 2 видно, что коэффициент обслуживания в общем увеличивается от слабо транспирирующих к сильно транспирирующим. Следовательно, с усилением транспирации породы относительно увеличивается сосущая поверхность корневой системы. Слабо транспирирующие хвойные и дуб имеют коэффициент 1—8, для умеренно транспирирующих клена и ильма этот коэффициент выражается уже десятками, а для сильно транспирирующих березы, липы и ясеня повышается до сотен. Параллелизм между интенсивностью транспирации и коэффициентом водного обслуживания их поверхностью корня говорит о тесной связи этих величин. Сосущая поверхность корней развивается тем сильнее, чем интенсивнее идет транспирация.

Такую закономерность мы обнаружили только на однолетних сеянцах; с возрастом она, повидимому, исчезает. Табл. 2 показывает, что уже у 2-летних сеянцев исследованных нами трех пород коэффициент обслуживания явно падает. Это зависит, вероятно, от того, что при росте сеянца на 2-й год листовая поверхность увеличивается гораздо сильнее, чем сосущая поверхность его корня. Такое падение коэффициента обслуживания наблюдается, повидимому, и в дальнейшем с увеличением возраста. Так, в работе И. Н. Елагина и В. Н. Мина<sup>(1)</sup> очень тщательное измерение корней дуба 55 лет показало, что поверхность всех корневых окончаний диаметром от 0,5 до 0,1 мм и меньше, которые можно считать сосущими, рав-

на 1930 см<sup>2</sup>. Перечисляя данный авторами вес листовой массы на поверхность, мы получили 1 516 800 см<sup>2</sup>, откуда коэффициент обслуживания корнями листьев равен всего 0,13, т. е. меньше, чем коэффициент сеянца ели, тогда как у однолетнего сеянца дуба он равен 5,80 (см. табл. 2).

Такая ничтожная величина вызывает сомнение в том, что у взрослых деревьев регулирование прихода и расхода воды достигается изменением всасывающей поверхности корней. Вероятно, такое регулирование осуществляется изменением самой транспирации: с увеличением листовой поверхности она усиливает сосание, которое от листьев распространяется до сосущих корней.

Не входя здесь в детальный анализ процессов, происходящих при этом в корневых окончаниях, отметим, что слабое развитие сосущей поверхности корней у древесных пород уже указывалось в литературе Н. В. Лобановым (4).

Следует отметить, что мы не учитывали поверхности корневых волосков, так как в наших условиях влажности они были хорошо развиты только в группе сильно транспирирующих пород, а именно, у березы, клена и особенно у ясеня. У остальных же исследованных нами пород волоски если и имелись, то были развиты очень слабо. Таким образом, учет поверхности волосков мог только еще более усилить отмеченное нами различие коэффициента обслуживания у сеянцев древесных пород с разной интенсивностью транспирации.

В заключение следует сказать, что наши анатомо-физиологические исследования корней мы не считаем законченными. В дальнейшем предполагается продолжение их в лаборатории физиологии и экологии древесных пород Института леса Академии наук СССР, причем особое внимание будет уделено уточнению методики и изучению зависимости сосущих окончаний от возраста деревьев и свойств почвы в разных климатических условиях.

Поступило  
3 X 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. Н. Елагин, В. Н. Мина, Тр. Ин-та леса, 12 (1953). <sup>2</sup> Л. А. Иванов, Изв. Лесн. ин-та (1916). <sup>3</sup> Л. А. Иванов, А. А. Сирина, Ю. Л. Цельникер, Бот. журн., 38, № 2 (1953). <sup>4</sup> Н. В. Лобанов, Докл. НИТО при Брянск. лесхоз. ин-те, сборн. 1 (1947). Микотрофность древесных растений, М., 1953. <sup>5</sup> R. M. Addoms, Plant Physiol., 21, No. 1, 112 (1946). <sup>6</sup> P. J. Kramer, *ibid.*, 21, No. 1, 37 (1946).