

Н. А. ПАПИКЯН

СКОРОСТЬ ВОДООТДАЧИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ЛИСТЬЯМИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Засухоустойчивость листьев отчасти определяется сопротивлением живого листа отдаче воды, мерилом которого может служить скорость потери воды изолированными листьями. Весьма интересно установить, меняется ли скорость водоотдачи от условий произрастания и можно ли по ней судить об обеспеченности растения водой в данном году, в конкретных условиях произрастания. Опыты проводились в 1958—1959 гг., подопытными растениями служили древесные и кустарниковые породы, произрастающие в Ереванском, Кироваканском и Севанском ботанических садах АН АрмССР. Опыты были поставлены по методике, примененной Ю. Л. Цельникер*: с исследуемых растений срезались под водой ветви со среднего яруса, от них отделялись листья и взвешивались на технических весах группами, по три листа. Всего для каждой породы взвешивались по 27 образцов, отмечая время взвешивания. Затем листья развешивались в лаборатории и через определенные промежутки времени (30 мин., 1, 2, 4, 7, 24, 48 ч.) по 3 образца взвешивались и по разнице веса между первым и вторым взвешиваниями, отнесенной к исходному весу, определялся процент потери воды за время усыхания. Полученные данные приведены в табл. 1.

Данные, характеризующие потерю воды в процентах к исходному весу за различные промежутки времени, показывают, что водоотдача зависит от условий местообитания. Почти во всех случаях в условиях Ереванского сада скорость водоотдачи выше, чем Кироваканского и Севанского. В Ереванском ботаническом саду, расположенном на высоте 1200—1250 м над уровнем моря и характеризующемся засушливым климатом (количество годовых осадков 300—330 мм), исследованию подвергались древесные насаждения паркового типа 15—16 лет, которые росли в условиях регулярного полива. Скорость потери воды здесь достаточно велика: так, орех грецкий за 48 ч. теряет в весе 55,7%, а секуринага даже 61,1% при первоначальном

* Ю. Л. Цельникер. Скорость потери воды изолированными листьями древесных пород и устойчивость их к обезвоживанию. Тр. Ин-та леса АН СССР, т. XXVII, 1955.

Таблица 1

Скорость потери воды изолированными листьями (в % к исходному весу) в различных пунктах, в летний период

| Порода | Место произрастания | Усыхание изолированных листьев. Время от начала срезания | | | | | | | Влажность листьев в % от сырого веса, в начале опыта |
|----------------------|---------------------|--|------|------|------|------|-------|-------|--|
| | | 3 ⁰ мин. | 1 ч. | 2 ч. | 4 ч. | 7 ч. | 24 ч. | 48 ч. | |
| Орех грецкий | Ереван | 4,2 | 4,6 | 6,7 | 10,4 | 12,5 | 37,5 | 55,7 | 60,5 |
| | Кировакан | 0,7 | 1,9 | 3,8 | 7,3 | 12,8 | 25,6 | 34,6 | 71,0 |
| | Севан | 0 | 0 | 2,1 | 6,5 | 13,0 | 26,0 | 32,6 | 71,5 |
| Орех черный | Ереван | 1,7 | 3,4 | 4,3 | 8,6 | 9,5 | 35,6 | 59,1 | 63,3 |
| | Кировакан | 0,7 | 1,5 | 3,0 | 5,2 | 10,5 | 19,5 | 26,3 | 64,0 |
| | Севан | 0 | 0 | 2,8 | 8,4 | 14,0 | 29,5 | 38,0 | 63,5 |
| Лох узколистный | Ереван | 3,2 | 6,5 | 9,0 | 19,6 | 22,9 | 47,5 | 49,1 | 53,2 |
| | Кировакан | 2,0 | 4,1 | 4,1 | 5,1 | 6,2 | 15,4 | 19,5 | 69,0 |
| | Севан | 0 | 0 | 2,3 | 5,9 | 7,1 | 15,4 | 21,4 | 58,5 |
| Секурингега | Ереван | 8,3 | 13,8 | 16,7 | 30,5 | 38,8 | 61,1 | 61,1 | 64,6 |
| | Кировакан | 0,9 | 1,3 | 2,7 | 4,9 | 8,3 | 14,2 | 21,5 | 72,5 |
| | Севан | 0 | 0 | 3,7 | 11,1 | 16,6 | 35,1 | 42,5 | 69,5 |
| Ясень пенсильванский | Ереван | 1,3 | 11,0 | 13,9 | 19,1 | 30,8 | 47,0 | 52,9 | 57,0 |
| | Кировакан | 14,4 | 18,0 | 20,4 | 22,8 | 29,5 | 31,9 | 33,1 | 64,5 |
| | Севан | 0,7 | 1,5 | 2,3 | 7,8 | 11,8 | 31,6 | 47,8 | 59,0 |

чальной влажности листьев — 64,6%. Следовательно, на величину потери влаги сказывается не общая засушливость климата, а условия увлажнения почвы в месте произрастания. Так, например, в условиях Кироваканского ботанического сада, высота н. у. м. 1400 м, насаждения (также паркового типа) находятся в более влажных условиях воздуха (количество годовых осадков 600 мм), а условия увлажнения почвы ниже, чем в Ереванском саду, поэтому скорость потери ниже. Например, тот же орех грецкий за 48 ч. теряет 34,6% воды от исходного веса, т. е. на 21,1% меньше. Из трех взятых нами пунктов, менее всего обеспечены почвенной влагой насаждения Севанского отделения ботанического сада (высота н. у. м. 1950 м, количество годовых осадков 535 мм), скорость водоотдачи у всех исследованных пород значительно отставала от соответствующих величин в условиях Ереванского сада, была очень близка к скорости водоотдачи кироваканских пород. Кроме того, водоотдача отрезанными листьями в условиях Севана носит иной характер: исследуемые породы за первые 2 часа почти не теряют воду, затем через 4 ч. скорость потерь повышается и приравнивается, даже в некоторых случаях превышает потерю в условиях Кировакана. Для наглядности приводим кривые (рис. 1) потери воды за различные промежутки времени, полученные для ореха грецкого в неодинаковых условиях произрастания. Как видим, за первый час в условиях Еревана изолированные листья ореха грецкого теряют 4,6% влаги от исходного веса, а в условиях Кировакана — 1,9%, тогда как в условиях Севана потери нет.

Ю. Л. Цельникер отмечает, что чем выше влажность местообитания, тем выше относительная скорость потери воды отрезанными листьями каждой данной породы и считает, что по относительной скорости потери воды можно судить о степени влажности места произрастания растений.

Полученные нами данные подтверждают высказывания Ю. Л. Цельникер и приводят нас к такому же выводу. Проведенные последующие опыты еще более нас убеждают в этом, когда сравниваем данные скорости потери воды изолированными листьями в зависимости от обеспеченности водой в 1958 и 1959 гг. в условиях Еревана и Кировакана (табл. 2). У всех исследованных пород скорость водоотдачи в 1959 г. значительно превышала соответствующие величины за 1958 г. как в Ереванском, так и в Кироваканском садах, так как листья были более обеспечены почвенной влагой (1959 г. был более дождливый). Далее, определяя скорость водоотдачи лоха узколистного

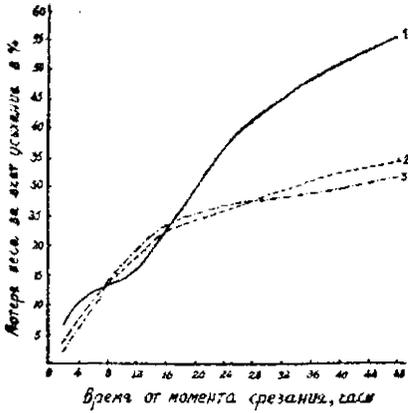


Рис. 1. Усыхание изолированных листьев ореха грецкого в условиях 1—Еревана, 2—Кировакана, 3—Севана.

и ясеня пенсильванского, в одном случае в условиях обильного полива, а в другом в неполивных, мы видим, что скорость водоотдачи

Таблица 2

Скорость потери воды изолированными листьями в зависимости от обеспеченности водой

| Порода | 1958 г. | | 1959 г. | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| | усыхание за 2 ч. в % к исходному весу | содержание воды в листьях в % к сырому весу | усыхание за 2 ч. в % к исходному весу | содержание воды в листьях в % к сырому весу |
| а) в условиях Ереванского сада | | | | |
| Орех грецкий | 6,7 | 60,5 | 6,94 | 66,00 |
| Орех черный | 4,3 | 63,3 | 6,92 | 61,50 |
| Лох узколистный | 3,91 | 53,2 | 9,01 | 59,00 |
| Ясень пенсильванский | 13,9 | 49,0 | 22,60 | 57,0 |
| б) в условиях Кироваканского сада | | | | |
| Орех грецкий | 3,89 | 69,0 | 6,2 | 71,0 |
| Орех черный | 2,2 | 64,5 | 3,01 | 64,0 |
| Лох узколистный | 4,12 | 58,5 | 6,06 | 63,0 |
| Ясень пенсильванский | 15,2 | 60,4 | 20,48 | 64,5 |

листьями экземпляров, обеспеченных почвенной влагой гораздо выше (рис. 2).

Необходимо добавить, что подопытные растения в неполивных условиях внешне проявляли признаки усыхания: вершина была сухой, листья обрели осеннюю окраску и в конце августа отмечалось начало листопада. Это обстоятельство следует рассматривать как биологическую регулировку расходования воды в неблагоприятных условиях произрастания.

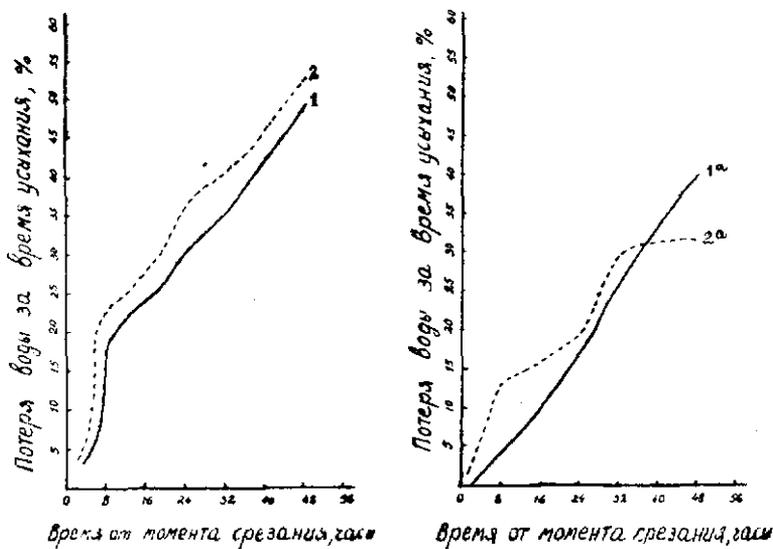


Рис. 2. Скорость водоотдачи листьями ларча узколистного в ясеня пенсильванского
а—в поливных условиях
б—в неполивных условиях.

По А. В. Гурскому* биологическая регулировка расхода воды деревьями осуществляется 3 способами: 1) физиологической и анатомической перестройкой листового аппарата растений; 2) редукцией листовой поверхности для приспособления к засухе, уменьшением количества листьев путем листопада; 3) частичным или полным усыханием кроны.

Из наших опытов видно, что усыхание исследуемых пород (в условиях Севанского сада и в неполивных условиях) тесно связано с изменением их водного режима, в частности, с замедлением водоотдачи, что в свою очередь является внутренней регулировкой расходования воды растением. Если исходить из описанных 3 способов, то замедление скорости водоотдачи входит в физиологическую перестройку листового аппарата.

Для выяснения способности всасывания воды теми же изолированными листьями исследуемых пород и ее связи со скоростью водо-

* А. В. Гурский. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. Бот. ин-т АН СССР им. Комарова АН Таджикской ССР. Изд. АН СССР, 1957 г.

отдачи, листья, после возобновления среза под водой, черешком помещались в воду и учитывалась прибавка в весе за те же определенные промежутки времени — 30 мин. 1, 2, 4, 7, 24, 48 ч. (табл. 3).

Таблица 3

Скорость всасывания воды изолированными листьями в различных пунктах, в летний период

| Порода | Место произрастания | Всасывание воды изолированными листьями. Время от начала среза | | | | | | Влажность листьев в % от сырого веса, в начале опыта | |
|----------------------|---------------------|--|------|------|------|------|-------|--|-------|
| | | 30 мин. | 1 ч. | 2 ч. | 4 ч. | 7 ч. | 24 ч. | | 48 ч. |
| Орех грецкий | Ереван | 0,4 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 60,5 |
| | Кировакан | 2,2 | 3,7 | 8,2 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 71,0 |
| | Севан | 1,4 | 5,8 | 7,3 | 9,5 | 9,5 | 8,8 | 2,9 | 71,5 |
| Орех черный | Ереван | 7,3 | 7,3 | 3,6 | 6,3 | 7,3 | 2,7 | 1,8 | 63,3 |
| | Кировакан | 2,4 | 4,8 | 7,2 | 9,6 | 10,4 | 6,4 | 5,6 | 64,0 |
| | Севан | 8,1 | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 1,3 | 63,5 |
| Лох узколистный | Ереван | 0,9 | 6,4 | 9,2 | 10,1 | 11,1 | 15,7 | 15,7 | 53,2 |
| | Кировакан | 2,8 | 25,2 | 2,2 | 26,1 | 26,1 | 27,1 | 27,1 | 69,0 |
| | Севан | 3,5 | 11,8 | 11,8 | 13,3 | 13,3 | 14,9 | 14,9 | 58,5 |
| Секуринета | Ереван | 7,4 | 7,4 | 11,1 | 11,1 | 11,1 | 11,1 | 11,1 | 64,6 |
| | Кировакан | 3,4 | 8,6 | 10,3 | 11,3 | 10,5 | 8,4 | 4,8 | 72,5 |
| | Севан | 4,8 | 15,8 | 19,5 | 21,9 | 21,9 | 25,6 | 28,0 | 69,5 |
| Ясень пенсильванский | Ереван | 8,2 | 8,2 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 0,2 | 8,2 | 57,0 |
| | Кировакан | 0 | 9,8 | 36,8 | 36,2 | 28,5 | 28,5 | 28,5 | 64,5 |
| | Севан | 2,2 | 6,6 | 10,0 | 12,2 | 14,4 | 10,4 | 8,6 | 59,0 |

Данные показывают, что всасывающая способность изолированных листьев неодинакова с водоотдачей. Если водоотдача листьями не прекращается в течение 48 ч. и при этом, во всех случаях, с увеличением времени от момента среза повышается, то всасывание, наоборот, более постоянно, достигнув определенного предела прекращается, или же падает. Например, орех грецкий в условиях Ереванского ботанического сада за 30 мин. всасывает 0,4% воды от исходного веса, через 1 ч. — 0,9%, через 2 ч. — 0,9%, через 4 ч. — 0,9%, через 7 ч. — те же 0,9%; орех черный в условиях Севанского ботанического сада за 30 мин. всасывает 8,1% воды, за 1 ч. — 16,2%, за 4 ч. — 7,24%, за 24 ч. все те же 16,2% воды от первоначального веса, т. е. вес остается постоянным и через 48 ч. всасывание составляет 1,3%. Такое резкое падение, видимо, говорит о завядании листьев. Как правило, наибольшей всасывающей способностью отличаются листья деревьев, произрастающих в условиях Кироваканского ботанического сада, наименьшей — Ереванского. Из полученных данных для трех мест произрастания можно привести предельный процент всасывающей способности листьев взятых пород за двое суток к исходному весу: орех грецкий — 10,5, орех черный — 16,2, лох узколистный — 27,1, секуринета — 28,0, ясень пенсильванский — 28,5%.

Нами определялся необратимый водный дефицит листьев исследуемых пород. Для получения его листья в опытах по скорости водоводности, усыхавшие в течение различных сроков, после определения процента потери веса ставились черенками в воду на 1 ч. После часового всасывания листья взвешивались и рассчитывалась прибавка в весе за время всасывания и восстановление веса в процентах к его потере (табл. 4).

Таблица 4

Всасывание воды изолированными листьями после усыхания

| Порода | Место произрастания | Восстановление веса в % от усыхающего веса | | | | | | |
|----------------------|---------------------|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Время усыхания | | | | | | |
| | | 30 мин. | 1 ч. | 2 ч. | 4 ч. | 7 ч. | 24 ч. | 48 ч. |
| Орех грецкий | Ереван | 10,34 | 8,16 | 1,51 | -2,06 | -2,3 | -15,56 | -54,5 |
| | Кировакан | 4,50 | 7,21 | 6,99 | 3,59 | -11,34 | -22,24 | -27,66 |
| | Севан | 3,64 | -0,98 | -2,70 | -5,74 | -7,12 | -28,24 | -24,37 |
| Орех черный | Ереван | 2,88 | 6,7 | 5,00 | -1,40 | -8,6 | -52,9 | -43,7 |
| | Кировакан | 6,92 | 6,38 | 2,64 | 10,96 | 4,35 | -22,46 | -26,90 |
| | Севан | 8,41 | 11,86 | 5,22 | -16,68 | -14,55 | -22,42 | -28,75 |
| Лох узколистный | Ереван | 6,43 | 9,74 | 5,52 | 30,34 | 11,53 | -22,56 | -46,03 |
| | Кировакан | 17,94 | 18,64 | 31,17 | 19,93 | 9,49 | 16,52 | -9,81 |
| | Севан | 2,45 | 10,24 | 9,09 | 6,16 | 8,08 | -7,10 | -10,82 |
| Секурицега | Ереван | 18,2 | 10,8 | 11,3 | 8,35 | 0 | -36,4 | -9,4 |
| | Кировакан | 3,05 | 4,58 | 5,43 | 3,83 | 5,28 | 0,75 | -11,65 |
| | Севан | 4,81 | 3,74 | 0,34 | -9,2 | -21,27 | -15,19 | -14,02 |
| Ясень пенсильванский | Ереван | 11,54 | -1,11 | -5,74 | -1,20 | -6,34 | -27,49 | -52,01 |
| | Кировакан | 17,60 | 12,33 | 11,50 | 4,76 | 6,76 | 0,31 | -2,10 |
| | Севан | 0 | -6,97 | -10,31 | -8,28 | -19,53 | 18,35 | -20,69 |

Предельную границу усыхания листа, после которой водный дефицит не восстанавливается полностью Ю. Л. Цельникер называет необратимым водным дефицитом.

Из данных табл. 4 видно, что восстанавливающая способность листьев древесных пород Кироваканского сада выше, чем Ереванского и Севанского. После 30-минутного усыхания изолированных листьев, потеря при часовом всасывании воды полностью восстанавливается. Потеря, после усыхания в течение 1 и 2 ч., также восстанавливается, за редким исключением. Так, например, не успевают восстановить потерю листья ясеня пенсильванского и ореха грецкого в условиях Севанского сада. В нашем опыте большинство пород теряет восстанавливающую способность после 4- и 7- часового усыхания, когда потеря составляет 10—30% от исходного веса. Через 24 ч. от начала срезания листьев, помещая их в воду, мы получаем не прибавку в весе, а наоборот, еще большую потерю. Так, для восстановления исходного веса после суточного усыхания, листья секурицеги должны были поглотить 36,4% воды, ореха черного — 52,9%, тогда как они полностью потеряли поглотительную способность (в табл. 4 нехватка обозначена знаком —).

Конечно, скорость водоотдачи отрезанными листьями нельзя приравнивать с водоотдачей на дереве, где часть потерянной влаги компенсируется, однако можно найти точку зависимости водоотдачи и необратимости водного дефицита, что весьма важно для практики озеленения засушливых условий произрастания.

Ниже мы приводим кривую для исследуемых пород (рис. 3), полученную из данных водоотдачи и необратимого водного дефицита.

Необратимый водный дефицит у исследуемых пород для данных экологических условий колеблется от 1,8 до 23,25% от сырого веса, т. е. таков предел обезвоживания, после которого жизнедеятельность листьев не восстанавливается. По стойкости к обезвоживанию исследуемые породы можно расположить в следующем порядке: орех черный, дуб узколистный, секурингеа, орех грецкий, ясень пенсильванский.

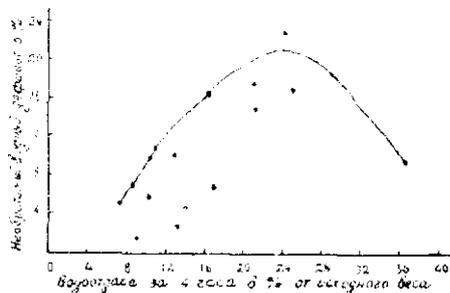


Рис. 3. Зависимость между скоростью водоотдачи и необратимым водным дефицитом в условиях Ереванского, Кироваканского и Севанского ботанических садов.

Исходя из вышеизложенного, мы пришли к следующим основным выводам:

1. По скорости водоотдачи отрезанными листьями можно судить о степени влажности места произрастания растения.
2. Замедление водоотдачи является внутренней регулировкой расхода воды растением, при усыхании.
3. Скорость потери воды отрезанными листьями не связана с их всасыванием.
4. Скорость водоотдачи листьями в условиях Ереванского ботанического сада выше, чем Кироваканского и Севанского.
5. Наибольшей всасывающей способностью отличаются листья деревьев, произрастающих в условиях Кироваканского сада, наименьшей — Ереванского.
6. Необратимый водный дефицит для взятых экологических условий (Ереван, Кировакан и Севан) колеблется от 1,8 до 23,25% сырого веса.

Ботанический институт
АН АрмССР

Поступило 9.11.1960 г.

Ե. 2. ՊԱՊԻՆՅԱՆ

ՏԱՐԲԵՐ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՆՈՂ ԵՄԱՍՏԵՍԱԿՆԵՐԻ
ԱՆՋԱՏՎԱՆ ՏԵՐԵՎՆԵՐԻ ԶՈՒՐ ԿՈՐՑՆԵԼՈՒ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Փորձերը կատարվել են 1958—59 թթ. Փորձարկման և նվթարկվել էրևանի, Կիրովականի և Սևանի բուսաբանական այգիներում աճող մի քանի ծառատեսակներ ու թփեր: Արոշվել են անջատված տերևների ջուր կորցնելու արագությունը, ջրի կլանման ունակությունը և ջրային գեֆիցիտը: Փորձարկված տեսակներ են՝ հունական կաղնին, սև կաղնին, փշատեխին, սեկուրինյան և պենսիլվանյան հացենին:

Փորձերը կատարվել են ըստ Յու. Լ. Յելինկերի մեթոդիայի (1955):

Փորձերը ցույց են տվել, որ ըստ անջատված տերևների ջուր կորցնելու արագության կարելի է դատել բույսի աճման տեղի խոնավության մասին: Երևանի բուսաբանական այգու պայմաններում ուսումնասիրված ծառատեսակներն ունեն ջուր կորցնելու ամենարարձար արագություն, իսկ Սևանի բուսաբանական այգու պայմաններում նույն տեսակները՝ ամենացածր: Կիրովականի բուսաբանական այգու ծառատեսակները գրավում են միջին տեղը:

Տերևների ջուր կորցնելու ունակությունը կապված է նրանց կողմից ջուր կլանելու արագության հետ: Ամենարարձար ջրակլանողականությունը ունեն Կիրովականի բուսաբանական այգու պայմաններում աճող ծառատեսակների տերևները, ամենացածր՝ Երևանի:

Ջուր կորցնելու արագության դանդաղումը հանդիսանում է բույսի կողմից ջրի ծախսման ներքին ֆիզիոլոգիական կանոնավորումներից մեկը. նրա շրայման ժամանակ:

Ոչ-հեռադարձ ջրային գեֆիցիտը նշված էկոլոգիական պայմաններին համար տատանվում է 1,8 մինչև 23,25% -ի սահմաններում՝ ըստ հում քաշի: