

**ДНЕВНОЙ РАСХОД ВОДЫ НА ТРАНСПИРАЦИЮ  
ЦЕЛЫМ ДРЕВЕСНЫМ РАСТЕНИЕМ**

*Ахматов Медет Кенжебаевич*

*канд. биол. наук, директор,  
Ботанический сад Национальной Академии наук им. Э. Гареева,  
720064, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Ахунбаева, 1а  
E-mail: [medet60@mail.ru](mailto:medet60@mail.ru)*

**DAILY VEGETAL DISCHARGE BY THE ENTIRE WOODY PLANT**

*Medet Akhmatov*

*Candidate of Biological Sciences, Director,  
Gareev Botanical Garden of the National Academy of Sciences,  
720064, Kyrgyz Republic, Bishkek, Ahunbaeva str., 1a*

**АННОТАЦИЯ**

Рассчитан дневной расход воды на транспирацию целыми деревьями и кустарниками. Усовершенствованы методы определения площади листьев и общей листовой поверхности. *Populus pyramidalis* отличается высокими значениями интенсивности транспирации и общей листовой поверхности, и количество воды испаряемое им за день может превышать 2000 кг. Из кустарников наибольшее количество воды за день способна испарять *Cotinus coggygria* (от 154,0 до 364,0 кг), так как является крупным кустарником, отличающимся высокой интенсивностью транспирации. Наименьшими значениями характеризуются *Crataegus altaica* (максимум 172,8 кг), *Ligustrum vulgare* (1,45–4,72 кг) и *Cornus sanguinea* (2,25–15,66 кг).

## ABSTRACT

Daily water consumption on transpiration by entire trees and bushes is calculated. Methods for determining leaf area and total leaf surface are improved. *Populus pyramidalis* differs by high values of transpiration intensity and total leaf surface, and the amount of water evaporated per day can exceed 2000 kg. Out of bushes *Cotinus coggygria* is able to evaporate the greatest amount of water per day (from 154,0 to 364,0 kg), as it is a large bush characterized by high intensity of transpiration. *Crataegus altaica* (maximum 172,8 kg), *Ligustrum vulgare* (1,45–4,72 kg) and *Cornus sanguinea* (2,25–15,66 kg) have the lowest values.

**Ключевые слова:** дневной расход воды на транспирацию, древесные растения, общая листовая поверхность.

**Keywords:** the daily consumption of water for transpiration, woody plants, total leaf surface.

### Введение

Задачи изучения водного режима растений могут быть весьма разнообразными. Они связаны с решением многих важных вопросов, например, таких как освоение новых территорий, озеленение и защитное лесоразведение. Дневной расход воды на транспирацию древесными растениями – является важным показателем возможности рекомендовать их для посадки в местах с различной водообеспеченностью почвы и определения степени их влияния на микроклимат.

Общая площадь листьев значительно влияет на потерю воды отдельными растениями. Растения с большой листовой поверхностью обычно транспирируют больше, чем растения с малой поверхностью. Имеются большие различия в транспирации на единицу листовой поверхности среди разных видов. Однако эти различия могут быть обманчивыми, потому что неодинаковая общая площадь листьев может компенсировать разницу в интенсивности на единицу листовой поверхности. Например, интенсивность

транспирации на единицу листовой поверхности сосны ладанной ниже, чем у некоторых лиственных пород, но общая поверхность листвы одного сеянца сосны настолько больше, что потеря воды на один сеянец оказывается также больше. Таким образом, одно дерево сосны ладанной может терять за день столько же воды, сколько и дерево лиственной породы с кроной сходного размера [6].

У Э. Либберта [7] можно встретить данные о том, что одна береза теряет при транспирации до 400 л воды в день, а буквое насаждение возвращает в атмосферу путем транспирации около 60 % выпадающих на него осадков. К. Вилли и В. Детье [1] указывают на способность дерева средних размеров транспирировать за день более 200 л воды, 1 га кукурузы – 3500000 л воды за вегетационный период, а 1 га зрелого кленового леса – примерно вдвое больше, тогда как кактусы в Аризонской пустыне расходуют не более 2750 л воды на 1 га в течение целого года. По данным С.И. Попова, Н.В. Яковлевой [8] 17-летний тополь, растущий вдоль канала испаряет 73 м<sup>3</sup> воды, дуб черешчатый – 20 м<sup>3</sup>, а ясень зеленый – 13 м<sup>3</sup>.

Одно отдельно стоящее дерево может испарять 200–400 л в день, а лиственный лес во влажных Южных Аппалачах теряет 42–55 см воды в год. Несколько сотен килограммов воды расходуют растения на каждый килограмм выработанного сухого вещества, причем около 95 % этой воды просто проходит через растение и теряется при транспирации [6].

В условиях жаркого климата Средней Азии потери воды одним кустом винограда на участках, хорошо обеспеченных почвенной влагой, могут превышать 2 л в час [5].

Потерю воды растениями на транспирацию можно рассматривать как обмен ее на углерод, и в этом смысле транспирация необходима для роста растений. Следовательно, быстрорастущим растениям требуется много воды, значительно больше, чем содержится в самих растениях. Скорость потери воды зависит главным образом от температуры, относительной влажности и движения воздуха [11].

Методы определения расхода воды целыми растениями сложны и трудно осуществимы в полевых условиях, поскольку не может в полной мере отражать естественную обстановку произрастания растений и применение его ограничивается. Остановимся на некоторых из них.

Определение потери воды у целых растений, выкорчеванных с корнями и экспонируемых на протяжении часа на том же месте, где растение находилось до начала опыта, производил О. Stocker [14] при работе в пустынях Египта. Интересен метод определения расхода воды целым деревом, разработанный Е.В. Жемчужниковым, А.В. Веретенниковым и А.А. Котельниковой [2]. Учет воды, потерянной на транспирацию, осуществляется путем взвешивания целых крон (которые отпиливаются от ствола сразу же после валки дерева) на особых весах, заранее подвешенных на кронштейнах. Разработанный А. Arland [10] метод увядания (Anwelk-methode) позволяет быстро исследовать транспирацию у большой серии растений в поле при помощи технических весов. При этом целые растения извлекаются из почвы с верхней частью корневой системы, которую погружают в парафин для того, чтобы препятствовать потере воды. Для определения потери воды целыми растениями могут быть использованы газометрические методы, основанные на прямом измерении количества водяного пара, выделяемого листьями в процессе транспирации [10; 12; 13].

В работе преследовалась цель – усовершенствование методов определения площади листьев и общей листовой поверхности, а также изучение особенностей дневного расхода воды на транспирацию целыми древесными растениями, интродуцированными в Чуйской долине.

### **Материалы и методы исследований.**

Объектами исследования являлись листовенные древесные растения двух жизненных форм, интродуцированных в Ботаническом саду Национальной Академии наук Кыргызской Республики: 15 видов деревьев и 16 видов кустарников.

Для проведения расчетов по дневному расходу воды на транспирацию целым древесным растением одновременно определяли площадь отдельных

листьев и общую листовую поверхность в течение вегетации по разработанной нами методике [3; 4]. Предлагаемый нами метод позволяет определить суммарную площадь листьев у древесных растений, имеющих простую листовую пластину. Пользуясь стереометрическими формулами расчета объема кроны древесных растений и площади листьев определяли общую листовую поверхность. Измерения общей листовой поверхности отдельного дерева или кустарника следует проводить через каждые 10–15 дней в течение вегетации.

Интенсивность транспирации определяли с помощью полевых транспирометров по методу Евтушенко-Шпота [9]. Расчеты дневного расхода воды на транспирацию целым деревом и кустарником проводили два раза в месяц с июня по август.

### Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены минимальные и максимальные значения дневного расхода воды на транспирацию целым деревом за 2002–2004 гг. Проведенные эксперименты показали, что дневной расход воды на транспирацию изученных видов деревьев был неодинаков, что связано различиями в данных интенсивности транспирации и общей листовой поверхности. За день наименьшие показатели транспирации приходятся на май месяц, когда листовая поверхность деревьев только начинает формироваться. В дальнейшем, по мере увеличения размеров листьев возрастает количество транспирируемой воды с общей листовой поверхности дерева. В сентябре с началом листопада растения снижают массу испаряемой влаги, так как уменьшается общая листовая поверхность.

**Таблица 1.**

#### Дневной расход воды на транспирацию целым деревом, кг

№	Виды	2002 г.		2003 г.		2004 г.	
		Мин.	Мак.	Мин.	Мак.	Мин.	Мак.
1	<i>Populus pyramidalis</i>	660,0	2007,5	1045,0	2832,5	1047,6	1935,0
2	<i>Crataegus altaica</i>	83,20	165,3	121,5	148,5	124,2	172,8
3	<i>Juglans regia</i>	192,0	244,4	190,0	342,0	215,2	294,0
4	<i>Quercus robur</i>	223,2	572,0	211,2	379,5	291,0	390,0
5	<i>Quercus imbricaria</i>	326,8	602,0	303,4	389,5	369,6	466,4

6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	336,0	513,5	179,4	350,0	204,0	402,0
7	<i>Acer platanoides</i>	323,2	646,4	240,0	299,0	414,4	518,0
8	<i>Acer saccharinum</i>	682,5	1155,0	462,0	693,0	616,0	834,9
9	<i>Carpinus betulus</i>	142,0	255,3	152,0	168,0	111,6	219,8
10	<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	176,0	448,0	195,0	240,0	210,0	252,0
11	<i>Sorbus intermedia</i>	186,0	240,0	168,0	248,5	254,4	282,4
12	<i>Aesculus hippocastanum</i>	297,0	442,2	126,0	297,0	251,6	370,0
13	<i>Cercis canadensis</i>	150,0	276,0	150,0	300,0	130,0	286,0
14	<i>Padus racemosa</i>	168,0	240,8	108,0	148,0	112,3	191,8
15	<i>Betula procurva</i>	275,0	391,6	265,0	400,0	224,0	302,4

Так как, *Populus pyramidalis* отличается высокими значениями интенсивности транспирации и общей листовой поверхности, то и количество воды испаряемое им за день может превысить 2000 кг. Другой пример, *Aesculus hippocastanum* и *Cercis canadensis*, характеризующиеся большой суммарной площадью листьев, но имеющие низкую интенсивность транспирации, что в итоге отразилось на дневном расходе воды на транспирацию, не превышающим 442,2 и 300,0 кг соответственно. Более 1000 кг за день способен испарять *Acer saccharinum*. *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Quercus imbricaria* и *Ulmus pinnato-ramosa* можно отнести к деревьям, имеющими средние показатели испаряемой воды за день, которая доходит до уровня 500 и более кг. Меньше всех за день транспирирует воду *Crataegus altaica* (максимум 172,8 кг), отличающийся высокой интенсивностью транспирации, но низкими значениями общей листовой поверхности.

Трехлетние данные по дневному расходу воды на транспирацию целым деревом свидетельствуют о том, что он зависит как от общей листовой поверхности, так и от интенсивности транспирации. Слабая интенсивность транспирации некоторых видов деревьев, характеризующихся большой общей листовой поверхностью, оказывает первостепенное значение на количество воды, испаряемой за день.

В таблице 2 представлены данные дневного расхода воды на транспирацию целым кустарником. Значительное количество воды за день способна испарять *Cotinus coggygria* (от 154,0 до 364,0 кг), так как является крупным кустарником, отличающимся высокой интенсивностью транспирации.

Более 100 кг за день могут транспирировать *Rhus typhina*, *Viburnum lantana* и *Philadelphus lewisii*, хотя первый за счет большей общей листовой поверхности, а два последних – благодаря высокой интенсивности транспирации. Достаточно воды за день испаряют *Elaeagnus angustifolia* (до 91,80 кг), *Forsythia suspensa* (до 92,80 кг), *Spiraea vanhouttei* (до 83,70 кг). Наименьшими значениями характеризуются *Ligustrum vulgare* (1,45–4,72 кг) и *Cornus sanguinea* (2,25–15,66 кг). Остальные виды кустарников занимают среднее положение.

**Таблица 2.**

**Дневной расход воды на транспирацию целым кустарником, кг**

№	Виды	2002 г.		2003 г.		2004 г.	
		Мин.	Мак.	Мин.	Мак.	Мин.	Мак.
1	<i>Rhus typhina</i>	27,60	105,75	32,43	86,60	23,50	63,45
2	<i>Syringa amurensis</i>	15,90	24,96	12,60	45,21	16,55	39,00
3	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	21,90	91,80	16,30	68,64	12,00	60,00
4	<i>Philadelphus lewisii</i>	37,00	194,30	42,00	103,50	56,70	117,00
5	<i>Forsythia suspensa</i>	36,00	57,00	16,50	56,70	25,60	92,80
6	<i>Euonymus maackii</i>	18,26	29,48	15,27	27,60	15,50	29,58
7	<i>Viburnum lantana</i>	33,00	133,50	38,00	112,20	49,20	102,00
8	<i>Cheonomeles japonica</i>	10,76	20,00	7,51	13,44	7,90	18,00
9	<i>Symphoricarpus albus</i>	9,90	32,60	6,00	35,90	6,20	36,38
10	<i>Ligustrum vulgare</i>	1,45	3,65	1,80	6,20	2,72	4,72
11	<i>Cornus sanguinea</i>	2,25	15,66	2,22	9,90	3,20	8,10
12	<i>Berberis oblonga</i>	7,25	14,50	7,10	13,10	6,75	9,57
13	<i>Cotinus coggygria</i>	154,00	364,00	132,00	216,00	133,00	179,20
14	<i>Spiraea vanhouttei</i>	33,30	83,70	16,00	38,00	27,00	59,00
15	<i>Caragana boisii</i>	14,00	32,60	16,00	42,00	26,00	44,00
16	<i>Spiraea losiocarpa</i>	10,00	20,00	8,50	14,20	8,20	15,00

**Заключение.** Полученные данные по дневному расходу воды на транспирацию целым древесным растением, дают возможность определять степень влияния того или иного вида на увлажнение воздуха, а следовательно на микроклимат. Кроме того, по результатам наших исследований можно рекомендовать деревья и кустарники, отличающиеся по количеству дневного расходования воды на транспирацию, для посадки на участках с различной водообеспеченностью. Рациональное формирование древесных насаждений с учетом их потребности в поливе дает возможность экономить поливную воду, что в летнее время является немаловажным фактором.

## Список литературы:

1. Вилли К., Детье В. Биология. – М.: Мир, 1974. – 821 с.
2. Жемчужников Е.Н., Веретенников А.В., Котельникова А.Н. Определение транспирационной способности крон сосны // Физиология растений. 1955. Т. 2. Вып. 4. С. 397–399.
3. К методике определения площади листьев древесных растений / Кочкунбаев Т.А., Эсеналиева С.С., Ахматов М.К., Шпота Л.А., Осконбаева Р.К. // Интродукция и акклиматизация растений в Кыргызстане. 1999. С. 132–134.
4. К методике определения площади листьев и общей листовой поверхности древесных растений / Кочкунбаев Т.А., Эсеналиева С.С., Ахматов М.К., Шпота Л.А. // Materials of the 7<sup>th</sup> International conference "International Meeting of Young Scientists in Horticulture". Lednice. Czech Republic. 1999. P. 322–323.
5. Кондо И.Н., Пудрикова А.П. О некоторых закономерностях водного режима виноградного растения в различных климатических зонах СССР // Труды МолдНИИСВиВ. 1969. Т. 15. С. 139–174.
6. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-ть, 1983. 462 с.
7. Либберт Э. Физиология растений. М.: Мир, 1976. 580 с.
8. Попов С.П., Яковлева Н.В. Тополь – дерево будущего // Эхо науки. Известия НАН Кырг. Респ. 1996. № 2. С. 98–99.
9. Шпота Л.А. Полевые методы и приборы для физиологического контроля состояния растений в полевых и естественных условиях произрастания. Бишкек: Илим, 1992. 154 с.
10. Arland A. Zur Methodic der Transpirations bestimmung am Standort // Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1929. Bd 47. H. 7.
11. Arland A. Fiebernde Pflarzen mehr Brot (Auf neun Wegen zur Steigerung der Kulturpflanzenertrage). Berlin: Acad. Verland., 1953. S. 81–98.



12. Janick J. Horticultural Science, 2nd edn. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972. 586 pp.
13. Schratz E. Vergleichende Untersuchungen über Wasserhaushalt von Pflanzen im Trockengebiete des südlichen Arizona // Jahrb. wiss. Bot. 1931. Bd. 74. H. 2.
14. Stocker O. Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten und Salzpflanzen // Bot. Abhandlungen (Jena). 1928. Bd.3. S. 1–200