

THE THRESHOLD LEVEL OF DEHYDRATION LEAVES OF WOODY PLANTS, INTRODUCED IN THE CHUI VALLEY

Akhmatov M.

ПОРОГОВЫЙ УРОВЕНЬ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЕ

Ахматов М. К.

*Ахматов Медет Кенжебаевич / Akhmatov Medet – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
директор,
лаборатория экспериментальной ботаники,
Ботанический сад им. Э. 3. Гареева Национальной академии наук Кыргызской Республики,
г. Бишкек, Кыргызская Республика*

Аннотация: в статье приведены результаты исследований порогового уровня обезвоживания 15 видов деревьев, 16 видов кустарников и 2 видов лиан, интродуцированных в Чуйской долине. К августу устойчивость листьев к обезвоживанию у большинства изученных видов растений снижается. Разброс данных относительно устойчивости листьев к обезвоживанию довольно значителен – от 1 часа у *Spiraea losiocarpa*, *Cheonomeles japonica*, *Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica* до 38 часов у *Forsythia suspensa*. Выделены растения с высокой, средней и низкой устойчивостью листьев к обезвоживанию, как одного из показателей засухоустойчивости.

Abstract: the results of studies of the threshold level of dehydration 15 species of trees, 16 species of shrubs and 2 species of lianas, introduced in Chui valley. By august, leaf resistance to dehydration in the majority of the studied species of plants decreases. The range of data on the stability of the leaf to dehydrate quite significant - from 1 hour from *Spiraea losiocarpa*, *Cheonomeles japonica*, *Populus pyramidalis* and *Crataegus altaica* to 38 hours from *Forsythia suspensa*. Obtained plants with high, medium and low resistance to dehydration leaves as an indicator of drought.

Ключевые слова: устойчивость листьев, обезвоживание, завядание.

Keywords: leaf resistance, dehydration, wilt.

В формировании общей устойчивости и приспособленности растений к засухе важную роль играет устойчивость протоплазмы к обезвоживанию. Ряд исследователей [1, 3, 5, 6, 10] возможность произрастания растений в засушливых условиях оценивали по степени устойчивости клеток и органов к обезвоживанию.

Широко распространенным способом определения устойчивости растений к обезвоживанию является установление пороговой влажности листьев и других органов в условиях летней и зимней засухи. П. А. Генкель [4] для культурных растений предложил эксикаторный метод, согласно которому способность растений выносить обезвоживание определяется по степени плазмолиза клеток опытных высечек из листьев после выдерживания их в эксикаторе.

При понижении содержания воды до критического уровня выживание растений зависит от степени обезвоживания, которую способна выдержать протоплазма, не претерпевая необратимых повреждений. В этом отношении между разными видами имеются, по-видимому, большие различия. Листья миндаля могут высыхать без повреждения до 70%-ного дефицита насыщения, маслина - до 60%, а инжир - только до 25%. Существуют также и сезонные различия. Листья креозотового куста, образовавшиеся при влажной погоде, имеют большие размеры и легко повреждаются под влиянием водного дефицита, а мелкие листья, которые сформировались при сухой погоде, могут быть подсушены до 50%-ного дефицита насыщения. Установлено, что у некоторых видов устойчивость к обезвоживанию повышается зимой одновременно с холодостойкостью, а затем понижается весной [9].

Устойчивость растений к обезвоживанию, по данным Г. В. Ереминой, И. К. Кошелевой, М. Д. Кушниренко [8], определяется соотношением свободной и связанной воды. Любой вид устойчивости растений формируется в онтогенезе на основе филогенетических особенностей под влиянием условий среды в соответствии с их адаптационными возможностями.

Объекты и методика исследований.

Объектами исследования являлись листовые древесные растения трех жизненных форм, интродуцированных в Ботаническом саду Национальной Академии наук Кыргызской Республики: 15 видов деревьев, 16 видов кустарников и 2 вида лиан.

При подборе объектов исследований учитывались видовое разнообразие коллекции деревьев, кустарников и лиан Ботанического сада НАН КР, степень использования их в озеленении и в защитном лесоразведении, декоративность и другие свойства. С целью определения годов введения в культуру

использованы архивные материалы Ботанического сада НАН КР (отчеты лаборатории древесных и кустарниковых растений и лаборатории научных основ озеленения).

Устойчивость листьев к обезвоживанию определялась по Г. Н. Еремееву [7] и Ю. Л. Цельникер [12] в модификации К. А. Ахматова [2]. В определении устойчивости сортов и форм плодовых к засухе Г. Н. Еремеев использовал метод завядания с установлением жизнеспособности образцов по степени восстановления тургора листьев после их высушивания. К. А. Ахматовым [2] в процессе исследовательских работ с разнообразными растениями использовались различные методы, и для лабораторных и полевых исследований наиболее удобным оказался способ определения устойчивости растений к обезвоживанию с последующим насыщением влагой опытных листьев, подверженных высыханию. В лабораторных условиях испытание производилось в стационарных термостатах. Для полевых исследований использовались полевые термостаты, представляющие собой деревянные ящики (длина 25-35 см, ширина 10-15 см, высота 10-15 см). С наружной стороны дно термостата обивали асбестовой бумагой и жестью в целях регулирования температуры. Передняя стенка ящика стеклянная, подвижная – для удобства погружения опытных образцов. В обычные солнечные дни температуру в термостате регулировали путем экранирования жестяного дна термостата от солнечных лучей. При необходимости нагревали с помощью электрических приборов. Техника определения пороговой влажности заключалась в следующем: опытные листья были разделены на 2-5 групп (по 6 шт. в группе), каждый лист тонкой медной проволочкой после взвешивания привязывали к крючку, прибитому на внутренней стенке деревянного полевого термостата. Высыхание листьев происходило в термостате при 35°C и относительной влажности 30-40%. Через каждые 2 ч вынимали по шесть листьев каждого вида растений и после взвешивания помещали во влажный эксикатор. Для создания повышенной влажности внутренняя стенка эксикатора обкладывалась увлажненной фильтровальной бумагой и до подставки наливалась водой. Вместо стандартной фарфоровой, использовалась подставка, изготовленная из оргстекла, с соответствующими отверстиями для погружения черешков листьев в воду. После каждого испытания опытные листья с черешками ставились в отверстия подставки и затем эксикатор закрывали крышкой. Наблюдения за образцами проводили в течение 2-10 ч. Погибшие от высыхания части обычно теряли нормальное состояние и окраску, затем они постепенно засыхали. По площади побуревшей части листовой пластинки судили о степени повреждения листьев от высыхания. После высушивания опытных листьев в сушильном шкафу до абсолютно сухого веса при температуре +100-105°C определялась приближенная критическая влажность для данного вида. За летальную для растений принималась та влажность, при которой наблюдалось повреждение около половины площади листовой пластинки. Повторность опытов - восьмикратная.

Результаты и их обсуждение.

Для проведения исследований устойчивости листьев деревьев, кустарников и лиан к обезвоживанию предварительно необходимо было выяснить продолжительность их усыхания. Наши экспериментальные данные (табл. 1) показали, что пороговый уровень обезвоживания листьев деревьев, кустарников и лиан довольно сильно различается. К примеру, у *Cheonomeles japonica*, *Spiraea losiocarpa* и *Crataegus altaica* он равен 2 ч, а у *Forsythia suspensa* - 30 ч. Полученные результаты предварительных исследований в дальнейшем позволили использовать их для изучения устойчивости листьев к обезвоживанию в сезонной динамике. В случае, когда количество объектов исследований велико, как в нашем случае, желательно в первую очередь определить время завядания. Это во много раз облегчит проведение дальнейших исследований.

Таблица 1. Устойчивость листьев деревьев, кустарников и лиан к обезвоживанию

Виды	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% поврежде- ние листьев	Виды	Прод. усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к- ром набл. 50% повреждение листьев
<i>Juglans regia</i>	8	61,15	<i>Cornus sanguinea</i>	6	36,35
<i>Sorbus intermedia</i>	8	40,45	<i>Symphoricarpus albus</i>	6	32,04
<i>Quercus imbricaria</i>	6	41,18	<i>Berberis oblonga</i>	6	31,73
<i>Carpinus betulus</i>	8	53,11	<i>Euonymus maackii</i>	24	35,30

<i>Aesculus hippocastanum</i>	12	41,34	<i>Ligustrum vulgare</i>	20	19,34
<i>Cercis canadensis</i>	6	35,60	<i>Syringa amurensis</i>	18	41,11
<i>Acer platanoides</i>	12	36,97	<i>Cotinus coggygia</i>	18	22,67
<i>Padus racemosa</i>	4	48,52	<i>Viburnum lantana</i>	18	35,58
<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	12	25,65	<i>Spiraea losiocarpa</i>	2	17,48
<i>Acer saccharinum</i>	4	43,56	<i>Spiraea vanhouttei</i>	10	35,51
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4	54,92	<i>Philadelphus lewisii</i>	4	24,96
<i>Betula procurva</i>	4	55,66	<i>Forsythia suspensa</i>	30	37,18
<i>Quercus robur</i>	6	46,61	<i>Elaeagnus. angustifolia</i>	12	32,06
<i>Populus pyramidalis</i>	4	37,18	<i>Rhus typhina</i>	8	40,83
<i>Crataegus altaica</i>	2	56,56	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	16	69,47
<i>Caragana boissii</i>	4	39,45	<i>Cheonomeles japonica</i>	2	28,12
<i>Wisteria floribunda</i>	4	41,00			

Результаты наших исследований (таблица 2) показали, что к августу устойчивость листьев к обезвоживанию у большинства изученных видов деревьев снижается. У *Crataegus altaica* в августе пороговый уровень обезвоживания наступает раньше на 1 час, у *Acer saccharinum*, *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus* и *Carpinus betulus* - на 2 ч, у *Sorbusintermedia*, *Populuspyramidalis* и *Betulaprocurva* - на 4 часа, а у *Padus racemosa*, *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum* и *Ulmus pinnato-ramosa* на 6 часов. Исключение составляют *Cercis canadensis*, *Juglans regia* и *Quercus imbricaria*, так как для них характерна стабильность.

Длительное завядание выдерживают *Acer platanoides* и *Aesculus hippocastanum* (8 – 14 ч), а также *Ulmus pinnato-ramosa* (6-12 ч), в то время как для 50% усыхания листовой пластинки *Crataegus altaica* достаточно 1-2 часа. Остальные виды характеризуются 2-8 ч устойчивостью листьев к обезвоживанию.

Таблица 2. Устойчивость листьев деревьев к обезвоживанию

Виды	июнь		июль		август	
	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% повреж- дение листьев	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% повреж- дение листьев	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% повреж- дение листьев
<i>Juglans regia</i>	8	64,25	8	60,15	8	60,86
<i>Sorbusintermedia</i>	10	45,45	8	30,05	6	36,43
<i>Quercus imbricaria</i>	6	48,97	6	33,97	6	37,25
<i>Carpinus betulus</i>	8	53,71	6	44,35	6	47,64
<i>Aesculus hippocastanum</i>	14	38,54	14	42,84	8	46,18
<i>Cercis canadensis</i>	8	39,60	8	33,80	8	33,22
<i>Acer platanoides</i>	14	36,03	12	41,85	8	44,91
<i>Padus racemosa</i>	8	50,92	6	34,51	2	45,96

<i>Ulmus pinnato-ramosa</i>	12	23,65	10	10,55	6	22,74
<i>Acer saccharinum</i>	6	43,93	4	32,53	4	42,01
<i>Acer pseudoplatanus</i>	6	57,32	4	49,06	4	48,28
<i>Betula procurva</i>	8	52,62	6	46,06	4	54,82
<i>Quercus robur</i>	6	45,61	6	37,05	4	31,87
<i>Populus pyramidalis</i>	6	40,98	4	41,92	2	31,92
<i>Crataegus altaica</i>	2	58,26	1	35,79	1	37,96

В таблице 3 представлены результаты исследований устойчивости листьев кустарников и лиан к обезвоживанию. Они свидетельствуют, что в летний период у большинства видов пороговый уровень листьев к обезвоживанию снижается, и в августе он наступает на 1, 2 или на 4 часа раньше, чем в июне. За это же время у *Parthenocissus quinquefolia*, *Elaeagnus angustifolia*, *Rhus typhina* и *Symphoricarpus albus* устойчивость листьев к обезвоживанию не изменяется.

Самое длительное завядание (32-36 ч) выдерживают листья *Forsythia suspensa*. Многочасовую устойчивость листьев к обезвоживанию так же показали *Euonymus maackii*, *Ligustrum vulgare*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Syringa amurensis*, *Cotinus coggygria* и *Viburnum lantana* (14-26 ч). У *Rhus typhina*, *Elaeagnus angustifolia* и *Spiraea vanhouttei* пороговый уровень обезвоживания равен 6-12 часам. Для *Spiraea losiocarpa* и *Cheonomeles japonica* характерна очень низкая устойчивость листьев к обезвоживанию, так как для 50% повреждения листовой пластинки достаточна 1-2-часовая продолжительность усыхания. Опять же можно сослаться на результаты исследований К. А. Ахматова [1], в которых 50% и большее повреждение листьев у *Pistacia vera* и *Fracxinus lanceolata* наблюдается уже через 2 часовую продолжительность усыхания. И. В. Солдатов [11] изучая способность гибридных форм сливы, произрастающих в условиях Чуйской долины переносить обезвоживание, установил, что у некоторых из них после 2 часовой выдержки листья повреждаются на 60%. У остальных 6 видов завядание происходит за 2-6 часов.

Таблица 3. Устойчивость листьев кустарников и лиан к обезвоживанию

Виды	июнь		июль		август	
	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% повреж- дение листьев	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% повреж- дение листьев	Прод-ть усыха- ния, ч	Кол-во воды (%), при к-ром набл. 50% повреж- дение листьев
<i>Cornus sanguinea</i>	6	32,7	6	35,0	4	48,1
<i>Symphoricarpus albus</i>	4	38,5	4	37,6	4	21,0
<i>Berberis oblonga</i>	6	43,7	4	45,4	2	33,4
<i>Euonymus maackii</i>	26	26,9	24	37,0	24	47,1
<i>Ligustrum vulgare</i>	26	19,8	26	21,9	24	26,7
<i>Syringa amurensis</i>	24	30,1	18	39,8	16	36,8
<i>Cotinus coggygria</i>	24	37,0	22	31,9	20	25,0
<i>Viburnum lantana</i>	18	22,6	16	17,2	14	26,9
<i>Spiraea losiocarpa</i>	2	11,4	1	21,7	1	19,8

<i>Spiraea vanhouttei</i>	8	20,2	6	37,4	6	25,9
<i>Philadelphus lewisii</i>	6	41,8	4	39,3	4	26,3
<i>Forsythia suspensa</i>	36	31,1	34	28,6	32	19,8
<i>Elaeagnus. angustifolia</i>	12	36,3	12	21,5	12	14,9
<i>Rhus typhina</i>	8	48,5	8	29,8	8	31,6
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	16	50,2	16	49,8	16	54,5
<i>Cheonomeles japonica</i>	2	40,6	1	36,2	1	19,8
<i>Caragana boisii</i>	6	42,2	4	46,5	2	48,1
<i>Wisteria floribunda</i>	6	17,4	4	31,6	4	40,8

Растения достигают порогового уровня (50%-ного повреждения листовой пластинки) обезвоживания при различном содержании воды. Так, в июне в листьях *Spiraea losiocarpa* он наступает, когда количество воды в них равно 11,4%, а в *Parthenocissus quinquefolia* - 50,2%. При этом, этого уровня оводненности они достигают с различной скоростью. *Spiraea losiocarpa* очень быстро - за 2 ч, в то время как *Parthenocissus quinquefolia* – за 16 ч.

Заключение.

Разброс данных относительно устойчивости листьев к обезвоживанию довольно значителен. Самое длительное завядание (32-38 ч) выдерживают листья *Forsythia suspensa*. Многочасовую устойчивость к обезвоживанию так же показали *Euonymus maackii*, *Ligustrum vulgare*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Syringa amurensis*, *Cotinus coggygria* и *Viburnum lantana* (14-26 ч). У *Rhus typhina*, *Elaeagnus angustifolia*, *Spiraea vanhouttei*, *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum* и *Ulmus pinnato-ramosa* пороговый уровень обезвоживания равен 6-14 часам. Для *Spiraea losiocarpa*, *Cheonomeles japonica*, *Populus pyramidalis* и *Crataegus altaica* характерна очень низкая устойчивость листьев к обезвоживанию, так как для 50% повреждения листовой пластинки достаточно 1-2 часов. У остальных 6 видов завядание происходит за 4-6 часов.

Литература

1. Ахматов К. А. Адаптация древесных растений к засухе. Фрунзе: Илим, 1976. 198 с.
2. Ахматов К. А. Определение устойчивости растений к обезвоживанию // Биология деревьев, кустарников и плодовых растений Северной Киргизии. Фрунзе: Илим, 1987. С. 17-18.
3. Бобровская Н. И. Водный режим деревьев и кустарников пустынь. Л.: Наука, 1985. 96 с.
4. Генкель П. А. Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 122 с.
5. Генкель П. А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений // Физиология засухоустойчивости растений. М., 1971. С. 5-27.
6. Еремеев Г. Н. Физиологические показатели диагностики на засухоустойчивость плодовых растений // Докл. ВАСХНИЛ, 1948. Вып. 10. С. 19-23.
7. Еремеев Г. Н. Краткий обзор методов изучения засухоустойчивых форм и сортов плодовых // Проблемы современной ботаники. М, Л.: Наука, 1965. С. 333.
8. Еремина Г. В., Кошелева И. К., Кушницренко М. Д. Физиология засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1971. 306 с.
9. Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-ть, 1983. 462 с.
10. Смирнов И. А. Основы адаптации древесных интродуцентов в пустынной зоне: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1989. 44 с.
11. Солдатов И. В. Эколого-биохимические особенности сливы в Чуйской долине. Фрунзе: Илим, 1975. 83 с.
12. Цельникер Ю. Л. Скорость потери воды изолированными листьями древесных пород и устойчивость их к обезвоживанию // Тр. Ин-та леса. М.: АН СССР, 1955. Т. 27. С. 6-28.