

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Б. И. ЩЕРБАКОВ

**К ВОПРОСУ О КОЛЕБАНИЯХ ВОДОЕМКОСТИ
ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ В ТЕЧЕНИЕ ДНЯ**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 24 VIII 1953)

Исследуя водный режим растений различных экологических групп в целях выявления признаков и свойств, обуславливающих их засухоустойчивость, мы в число других показателей водного режима включили и изучение водоемкости. При этом мы исходили из предположения, что изменение водоемкости отражает изменения, происходящие в протоплазме растительных клеток под влиянием воздействия засухи и в значительной мере облегчающие борьбу растения с засухой.

Рассматривая изменения водоемкости надземных органов растений пустынных мест обитания как приспособительный процесс к неблагоприятным условиям среды, естественно предположить, что обезвоживание органов растения должно сопровождаться не снижением их водоемкости (1), а наоборот, увеличением ее. В связи с этим мы уделили внимание изучению изменения водоемкости листьев растений в течение дня.

Работа выполнена в полевых условиях — на опытном богарном поле Илийской научно-исследовательской базы АН КазССР, расположенном в долине Кулан-Басы Малай-Сарийского хребта (отроги Джунгарского Ала-Тау). Изучались растения, принадлежащие к различным экологическим группам.

Навески весом 3 г составлялись: у дикорастущих растений из листьев и ассимилирующих частей (в зависимости от вида растения) смешанных ярусов, у пшениц — из листьев соответствующих ярусов.

Водоемкость листьев определялась путем насыщения их водой во влажных условиях по Л. С. Литвинову (2). Повторность определений: у дикорастущих растений 3-кратная, у пшениц 6-кратная. Количество связанной воды определялось по методу А. С. Вечер (3), воднорастворимые углеводы — по Бертрану (4). Приведенные в таблицах цифры представляют средние из трех определений. Результаты исследования изменений водоемкости надземных органов растений в течение дня сведены в табл. 1.

Нетрудно видеть, что послеполуденное снижение общего содержания воды в тканях изученных растений сопровождается увеличением их водоемкости. Не менее четко увеличение водоемкости листьев к полудню проявляется при пересчете ее на листовую площадь (см. табл. 2).

К вечеру водоемкость листьев, как правило, уменьшается, но часто к 18 час. не падает ниже уровня, имевшего место в утренние часы. Причиной этому, по видимому, является высокое напряжение метеорологических условий, которое к 18 час. остается еще настолько значительным (оно заметно начинает спадать только к 20 час.), что нарушенный водный баланс в листьях растений к этому времени не успевает восстанавливаться, вследствие чего и водоемкость листьев оказывается несколько увеличенной по сравнению с утренними часами.

Колебания водоемкости листовой ткани в течение дня
(в % на сырой вес)

Растения	Дата опреде- ления	Содержание воды			Водоемкость		
		7 час.	13 час.	18 час.	7 час.	13 час.	18 час.
Мезофиты							
Эритроспермум 841* . . .	16 V	76,54	73,13	73,72	77,14	183,87	80,62
Solanum nigrum L. . . .	5 VIII	87,99	86,01	86,48	74,27	77,67	77,43
Achillea millefolium L.	15 VIII	72,53	67,85	71,18	73,75	76,74	73,79
Sophora alopecuroides L.	5 VIII	65,24	60,62	65,20	72,64	73,51	73,51
Эфемеры, эфемероиды							
Bromus tectorum L. . . .	5 VIII	66,66	65,24	65,28	72,58	73,51	73,34
Carex physoclea M. B.	5 VIII	67,55	52,64	60,42	73,44	96,3	79,55
Eremurus enderiensis (M.B.)	5 V	72,22	70,33	71,27	86,32	88,08	84,51
Tulipa Schrenkii Rgl. . .	9 V	82,95	81,73	82,03	105,24	106,06	99,81
Ксерофиты							
Atrémisia terrae albae (H. Krasch.)	27 VII	54,84	56,91	51,10	106,04	123,98	108,53
Eurotia Ewersmaniana (Stschegl.)	27 VII	73,68	69,46	70,17	86,75	97,20	83,23
Kochia prostrata K. . . .	27 VII	55,67	45,73	56,16	87,45	108,74	92,35
Ceratocarpus turkestanicus Sov.-Ryaz.	27 VII	57,23	53,74	53,30	99,44	106,64	100,53
Artemisia scoparia W. K.	25 VII	58,61	49,71	51,18	73,44	96,3	79,55
Agropyrum sibiricum (Willd.) P. B.	23 V	72,91	70,32	71,65	83,84	90,68	80,62

* Исследовались листья 2-го яруса (снизу).

Способность листьев растений поглощать большее количество воды к 13 час. по сравнению с утренними часами представляется явлением вполне закономерным. Потеря общего содержания воды к полудню, т. е. обезвоживание растительных клеток, неизбежно должно вызывать со сторо-

Таблица 2

Послеполуденное изменение водоемкости
листьев в зависимости от расчета на
площадь
(в мг на 100 см²)

Растения	Ярус	7 час.	13 час.	Разница
Сорго венежное	8	1756	2204	448
Кунак оранжевый	5	2223	2480	257
Подсолнечник	10	4859	5089	230
Кукуруза	10	1596	2661	1065

ны организма растения реакцию, направленную на противодействие этому обезвоживанию. Это противодействие необходимо рассматривать как защитное свойство растения, проявляющееся при нарушении водного баланса, вызванного неблагоприятным изменением внешних условий в течение дня. Недостаток воды в живых растительных клетках, повидимому, сразу же активизирует процессы, способствующие относительно

замедлению или торможению дальнейшей потери воды клетками, которая могла бы дойти до предельных условий, за которым и должно последовать отмирание организма.

Согласно утверждению Д. М. Новогрудского (5), непосредственной причиной послеполуденного снижения общего содержания воды в листьях является снижение водоудерживающей способности их клеточных коллоидов. Так как автор непосредственно водоудерживающую способность не определял, мы решили экспериментально сопоставить ход изменения в течение дня этого показателя с водоемкостью тканей, а также с накоплением воднорастворимых сахаров.

Данные табл. 3 характеризуют изменения водоудерживающей силы и накопления воднорастворимых углеводов в листьях растений в течение дня. Данные этой таблицы показывают, что уменьшение общего содержания воды (табл. 1) сопровождается увеличением в листьях количества связанной воды и воднорастворимых сахаров. Отсюда следует, что увеличение водоемкости растительных клеток в известной мере зависит от уровня накопления воднорастворимых сахаров, за счет которых может связываться некоторое количество воды осмотическим путем.

Таблица 3

Колебания в листьях растений связанной формы воды и общей суммы углеводов в течение дня

Растения	Дата определения	Связанная вода (в % от со- держ. коллоидов)			Общая сумма углеводов (в мг инверта на сух. вещ.)		
		7 час.	13 час.	18 час.	7 час.	13 час.	18 час.
<i>Artemisia terrae albae</i> (H. Krasch.)	10 VIII	66,53	74,78	69,41	31,44	47,38	45,57
<i>Kochia prostrata</i> K.	10 VIII	85,61	132,74	90,81	25,29	29,16	31,38
<i>Ceratocarpus turkestanicus</i> Sav.-Ryaz.	10 VIII	163,72	219,35	193,24	25,62	27,43	22,72
<i>Artemisia scoparia</i> W. K.	10 VIII	79,36	123,61	107,67	61,98	77,0	107,04

Соответствие хода изменения в течение дня водоемкости листьев, их водоудерживающей способности и накопления воднорастворимых сахаров указывает на тесную их функциональную связь, а поэтому указанные показатели необходимо рассматривать как систему процессов, активизацию же этой системы под влиянием обезвоживания — как ответную биологическую реакцию, противодействующую обезвоживанию.

Водоудерживающая способность листьев (количество связанной воды) действительно оказывается выше тогда, когда водоемкость их большая, но их изменение в течение дня принимает направление, обратное изменению общего содержания воды. Увеличение водоемкости листьев при повышении в них общего содержания воды, как это следует из данных Новогрудского, мало вероятно хотя бы потому, что в данном случае исключается действие главного фактора активизации веществ, принимающих участие в поглощении воды. В этом отношении представляет известный интерес работа Н. А. Максимова и Е. Н. Комизерко (6), которые, исследуя «водопоглощающую способность» листьев фасоли, подсолнечника и капусты в зависимости от градиента почвенного увлажнения, показали вполне достоверное ее снижение по мере увеличения влажности почвы. Однако в указанной работе авторами приводятся данные, характеризующие величину дополнительно поглощенной воды листьями растений при их насыщении на воде, а не водоемкость листьев, что не одно и то же. Нас в данном случае интересует зависимость изменения водоемкости листовой ткани от общего содержания воды в ней. Для выяснения этого вопроса мы провели следующий опыт.

Были выращены растения пшеницы в вазонах с заданной влажностью почвы. Повторность опыта 3-кратная. Водоемкость определялась на проростках 12-дневного возраста. Данные этого опыта, приведенные в табл. 4, показывают, что водоемкость листьев уменьшается по мере увеличения общего содержания воды в них, а также по мере увеличения влажности почвы, но, повидимому, до определенного предела, а именно — до тех пор, когда общая водоемкость листьев станет равной общему содержанию воды.

Таблица 4

Влияние условий влажности почвы на водоемкость листьев пшеницы (в % на сыр. вес)

Растения	Дата определения	Ярус	Общее содержание воды			Водоемкость		
			Влажность почвы в % от полн. влагоемкости					
			30	60	80	30	60	80
Эритроспермум 841 . . .	14 VII	2	80,06	86,91	97,74	105,87	98,42	94,50
Лютесценс 797	14 VII	2	78,37	84,63	89,03	106,98	96,02	89,78
Мелянопус 113	14 VII	2	77,54	85,71	89,04	100,71	92,64	89,72
Грекум 1536	14 VII	2	76,61	83,32	88,21	103,48	95,67	88,91

Таким образом, снижение общего содержания воды в листьях не может сопровождаться аналогичным снижением водоемкости. Причины, обуславливающие убыль общего содержания воды в листьях растений в полдень, являются в то же время причинами, обуславливающими увеличение их водоемкости. В данном случае изменения в водоемкости являются следствием, а изменения в общем содержании воды — причиной.

Уменьшение водоемкости тканей под влиянием увеличения общего содержания воды в листьях представляется совершенно закономерным, так как в данном случае снимается действие главного фактора — недостатка воды, вызывающего активизацию веществ, ее поглощающих. Наоборот, представить себе известную стимуляцию веществ, адсорбирующих воду, когда растения содержат ее в достаточном количестве (утром) и когда тем самым снято действие указанного фактора, было бы неправильным.

Помимо изложенного обращает на себя внимание и следующее обстоятельство. Растения, отличающиеся способностью переносить сравнительно глубокое снижение общего содержания воды (ксерофиты, табл. 1), имеют большую водоемкость листовой ткани и наоборот. Объясняется это, повидимому, более высоким содержанием в листьях этих растений веществ, участвующих в поглощении воды, с одной стороны, и повышенной гидрофильностью их клеточного содержимого, с другой. Следует отметить, что различия по водоемкости у различных экологических групп, вытекающие из данных табл. 1, не являются типичными и вопрос этот требует дальнейших исследований.

Поступило
20 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. М. Новогрудский, ДАН, 52, № 9 (1946). ² Л. С. Литвинов, Бот. журн. СССР, 17, № 5—6 (1932). ³ А. С. Вечер, Биохимия, 15, в. 1 (1950). ⁴ Н. Н. Иванов, Методы физиологии и биохимии растений, 1946. ⁵ Д. М. Новогрудский, ДАН, 55, № 6 (1947). ⁶ Н. А. Максимов, Е. Н. Комизерко, Сборн. памяти акад. Д. Н. Прянишникова, изд. АН СССР, 1950.