

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Б. И. ЩЕРБАКОВ и Н. Л. СЕМИОТРОЧЕВА

**ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЫ ЖИВЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ
КЛЕТКАМИ КАК АКТИВНЫЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 8 X 1953)

Вопрос о неосмотическом поглощении воды живыми растительными клетками уже ставился в физиологической литературе (1, 2). Однако работа проводилась не с надземными органами растений, а с корневой системой или с тканью картофельного клубня (3). Действуя поверхностно-активными веществами (спиртами или веществами стимуляторами роста) соответствующей концентрации на срезанные кусочки картофельных клубней, Л. В. Можяева отметила вполне достоверное подавление поступления воды в клетки.

Известно, что наркотические вещества замедляют дыхательный процесс и даже совершенно блокируют активность дыхательных ферментов. Действуя наркотиком на живые клетки, можно затормозить их физиологическую активность. Если водопоглощающая система жизнедеятельной клетки адсорбирует воду в активном физиологическом процессе, то ослабление активности должно привести к снижению количества поглощенной воды. Если же емкость растительных клеток по отношению к воде зависит от иных причин, то под влиянием наркотика изменений в поглощении воды в них не должно наступить. Выяснение этого вопроса и составляло задачу настоящего исследования.

Работа выполнена в лабораторных условиях. Были выращены в вегетационных сосудах различные сорта яровой пшеницы. Навески составлялись из листьев 9-дневного возраста. Общее содержание воды определялось весовым методом. Водноадсорбционная способность представляет собой количество воды, дополнительно поглощенной листьями при искусственном их насыщении по методу Литвинова (4), а водоемкость — сумму значений, т. е. общее содержание воды плюс остаточный водный дефицит по Литвинову. Срезанные листья пшеницы взвешивались на аналитических весах, заворачивались в фильтровальную бумагу, смоченную водой, и помещались на 3 часа во влажные эксикаторы, наполненные парами хлороформа. По истечении 3 час. навески вынимались и взвешивание повторялось. Контролем служили навески листьев пшеницы, которые помещались в такие же влажные эксикаторы для насыщения водой, но без хлороформа. Повторность опыта 6-кратная. Результаты этого опыта сведены в табл. 1.

Как и следовало ожидать, действие наркотика не замедлило сказаться. Мы видим, что водоемкость листьев под влиянием воздействия паров хлороформа значительно уменьшилась, вместе с этим снизилась их водно-адсорбционная способность, а также заметно уменьшилось общее содержание воды. Однако было не совсем правильно рассматривать уменьшение водоемкости как следствие снижения общего содержания воды. Пары хлороформа, оказав наркотическое действие на активные

физиологические процессы, затормозили поступление воды в листья, тогда как потеря воды могла известное время происходить в силу чисто физического процесса испарения. Это тем более вероятно, что величина прибыли воды у контрольных растений за счет дополнительного ее поглощения значительно меньше, чем ее убыль (см. табл. 1) у опытных растений. Поэтому уменьшение водоемкости, наблюдающееся параллельно уменьшению общего содержания воды у опытных растений, представляется более правильным рассматривать как случайное совпадение, вызванное условиями опыта.

Таблица 1

Влияние паров хлороформа на поглощение воды листьями пшениц

Сорт	Содерж. воды в % на сыр. вес		Адсорбция воды в % на сыр. вес		Водоемкость в % на сыр. вес	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Турдикум 1257	84,75	88,1	0,43	2,25	85,18	90,53
Мелянопус 113	88,1	90,1	0,8	1,64	88,90	91,74
Лютесценс 797	86,80	86,87	0,66	1,22	87,46	88,09
Эритроспермум 841	86,12	90,04	0,62	1,64	86,74	91,68

Таким образом, отмеченное уменьшение водоемкости обусловлено снижением водноадсорбционной способности листьев. Оно явилось выражением тех изменений, которые произошли в самой протоплазме, в ее водноадсорбционной системе. Но в данном случае качественных изменений в коллоидной системе не произошло, а действие паров хлороформа в конечном счете свелось к торможению важнейших жизненных функций, вследствие чего растительные клетки уже не в состоянии были поглотить такого количества воды при их насыщении, какое они могли поглотить в случае ненарушенного водного баланса.

С целью проверки предположения о том, что кратковременное действие хлороформа на растительные клетки, вызывая уменьшение количества поглощенной воды, не вызывает необратимых качественных изменений протоплазмы, мы провели следующий опыт.

В мелких, объемом в 250 см³, жестяных банках были выращены растения пшеницы. 9-дневные растения вместе с банками помещались в сухие эксикаторы, наполненные хлороформом. Контролем служили растения, которые помещались в такие же эксикаторы, но без хлороформа. Растения в атмосфере хлороформа выдерживались 3, 6, 12 час. Затем одна часть опытных и контрольных растений снималась и оставлялась в продолжение 3 суток, после чего в них определялось количество поглощенной воды. Другая часть растений бралась для определения водопоглощения непосредственно после выдерживания в атмосфере хлороформа. Повторность опыта 3-кратная. Навески брались весом в 2 г. Заданная влажность почвы (80% от полной влагоемкости) поддерживалась на постоянном уровне контрольным взвешиванием на технических весах.

Данные, приведенные в табл. 2, показывают на вполне достоверное снижение активности листовой ткани пшениц в отношении поглощения воды у растений, взятых сразу же после выдерживания в атмосфере хлороформа, что подтверждает результаты табл. 1. Вместе с тем нетрудно видеть, что растения после опарвления через 3 суток восстановили утраченную ими способность к поглощению воды, вызванную наркотическим воздействием паров хлороформа. Следовательно, снижение количества адсорбируемой воды под наркозом не является следствием качественного изменения их водопоглощающих веществ, а скорее всего про-

исходит за счет изменений функционального характера. Результаты описанных опытов таким образом свидетельствуют, что поглощение воды живыми клетками растений является активным физиологическим процессом, тесно связанным с общей жизнедеятельностью организма, с его обменом веществ.

Таблица 2

Влияние паров хлороформа на поглощение воды листьями пшениц

Сорт	Условия опыта	Содерж. воды в % на сыр. вес			Адсорбция воды в % на сыр. вес			Водоёмкость в % на сыр. вес		
		Время действия хлороформа в часах								
		3	6	12	3	6	12	3	6	12

Непосредственно после воздействия хлороформа

Турцикум 1257	Опыт	85,91	85,56	84,46	0,76	0,54	0,31	86,67	86,10	84,77
	Контр.	87,73	87,36	87,54	2,31	2,46	2,37	90,04	89,82	89,91
Мелянопус 113	Опыт	88,71	87,32	85,27	0,81	0,72	0,47	89,52	88,04	85,74
	Контр.	90,57	90,01	90,63	1,53	1,67	1,58	92,10	91,68	92,21
Лютесценс 797	Опыт	86,23	85,84	83,32	0,73	0,61	0,26	86,96	86,45	83,58
	Контр.	84,47	87,59	87,49	1,76	1,72	1,80	89,23	89,31	89,29

Через 3 суток после воздействия хлороформа

Турцикум 1257	Опыт	88,05	87,73	87,62	2,24	2,20	2,33	90,29	89,93	89,95
	Контр.	88,11	87,94	87,70	2,19	2,26	2,21	90,30	90,20	89,91
Мелянопус 113	Опыт	89,63	88,81	89,90	1,64	2,01	1,83	91,27	90,82	91,73
	Контр.	89,61	90,28	90,07	1,74	1,27	1,61	91,35	91,55	91,68
Лютесценс 797	Опыт	88,17	87,83	88,20	1,56	1,46	1,68	89,73	89,29	88,88
	Контр.	87,91	88,63	87,86	1,36	1,22	1,71	89,27	89,85	89,37

Активное поглощение воды живыми растительными клетками можно проверить, подвергая растения глубокому, но кратковременному завяданию. А. М. Алексеев (5, 6) в своих опытах с завяданием пшениц показал, что листья, перенесшие обезвоживание (засуху), необратимо снижают поглощение воды. Но автор приводит данные только по общему содержанию воды в листьях при полном насыщении их водой. Поэтому, проводя опыт с завяданием, мы обращали главное внимание на то количество воды, которое поглощают листья при искусственном их насыщении дополнительно к общему ее содержанию, так как именно величина дополнительно поглощенной воды характеризует изменения в водно-адсорбционной системе клеточного содержимого.

С указанной целью мы вырастили в вазонах некоторые сорта яровой пшеницы и 6-дневные проростки подвергли завяданию. Проростки пшениц в таком возрасте не имеют мертвых механических структурных образований, наличие которых могло бы маскировать результаты опыта. Через 3 дня проростки были отлиты, а определение показателей водного режима было произведено через 24 часа после отлива. Повторность определений 3-кратная.

Данные этого опыта, приведенные в табл. 3, показывают, что общее содержание воды в листьях в момент их завядания намного снизилось, после отлива оно несколько возросло, но до уровня контрольных не поднялось. Водоёмкость в период завядания, наоборот, значительно увеличилась, а после отлива растений, как и общее содержание воды, заметно уменьшилась. Что же касается водноадсорбционной способности тканей, то она в момент завядания резко возросла, а после отлива хотя и упала, но до уровня таковой у контрольных растений не снизилась.

Отсюда следует, что в изменениях общего содержания воды в листьях, а также их водоемкости лежат причины, приводящие к изменению способности живых клеток поглощать воду.

Таблица 3

Влияние завядания на поглощение воды листьями пшениц

Показатели	Условия опыта	С о р т			
		Туркику 1257	Мелянопус 113	Лютеспенс 797	Эритро- спер ум 841
Содержание воды в % на сыр. вес	До завядания	88,1	86,9	86,87	91,04
	В момент завядания . . .	71,25	69,2	69,7	72,41
	Контроль	87,6	88,48	88,8	88,67
	После отлива	87,04	87,70	85,9	87,02
	Контроль	89,15	90,1	88,6	69,78
Адсорбция воды в % на сыр. вес	До завядания	2,25	1,86	1,22	0,61
	В момент завядания . . .	29,15	34,5	42,0	31,42
	Контроль	0,6	0,55	0,38	0,43
	После отлива	2,6	1,9	1,78	2,53
	Контроль	0,96	0,64	1,18	2,97
Водоемкость в % на сыр. вес	До завядания	90,35	88,76	88,09	91,65
	В момент завядания . . .	100,40	103,7	111,7	103,52
	Контроль	88,2	89,03	89,18	89,1
	После отлива	89,64	89,6	87,68	89,55
	Контроль	90,11	90,74	89,78	91,85

Отмеченное увеличение в листьях количества поглощенной ими воды после перенесенного действия засухи (по сравнению с контролем) не противоречит упомянутому положению Алексева о необратимом изменении гидрофильных свойств протоплазмы, перенесшей обезвоживание. Изменения в протоплазме под влиянием обезвоживания происходят настолько глубоко, что, несмотря на некоторое абсолютное увеличение количества адсорбированной воды, она уже не в состоянии восстановить свою водоемкость до пределов, имевших место перед завяданием.

Это необратимое изменение в водоемкости тканей растения под влиянием обезвоживания является свидетельством происшедших качественных изменений содержимого клеток. Но качественные изменения неизбежно должны сопровождаться соответствующими функциональными изменениями некоторой физико-химической перестройки протоплазмы.

Таким образом, основной причиной, обуславливающей изменения в поглощении воды листьями растений под влиянием воздействия внешних факторов, являются происходящие в них при этом физико-химические процессы, связанные с важнейшими жизненными функциями растительного организма, например с дыханием.

Институт интродукции растений и освоения пустынь
Академии наук Каз. ССР

Поступило
11 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ S. Overbeek, Am. J. of Bot., 29, № 8 (1942). ² S. Overbeek, *ibid.*, 31, № 5 (1944). ³ Л. В. Можяева, ДАН, 57, № 5, 509 (1947). Л. С. Литвинов, Бот журн. СССР, 17, № 5—6 (1932). ⁴ А. М. Алексеев, Уч. зап. Казанск. гос. ун-та, 97, 5—6 (1937). ⁵ А. М. Алексеев, Водный режим растения и влияние на него засухи, Казань, 1948.