

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. М. НОВОГРУДСКИЙ

**О ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ СУТОЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ
СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В РАСТЕНИЯХ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 26 IX 1946)

Открытое Livingston и Brown (1) и изученное многими авторами (2,3) резкое послеполуденное уменьшение количества воды в листьях высших растений объясняется, согласно существующим воззрениям (4), несоответствием между интенсивностью испарения воды листьями и водоподающей деятельностью корней. С эволюционной точки зрения приведенное объяснение нельзя не считать односторонним, ибо: 1) послеполуденные снижения содержания воды свойственны растениям всех изученных в этом отношении семейств и родов; 2) они проявляются у растений в самых различных местообитаниях, как обильно обеспеченных водою, так и не обеспеченных (за исключением гигрофитов, у которых транспирация вообще не имеет существенного значения); 3) они происходят не только в листьях, для которых характерна высокая интенсивность транспирации, но и в подземных органах (корнях), мало или вовсе не транспирирующих. Универсальный характер этого явления плохо согласуется с представлением, что в основе его лежит упорно сохраняющаяся в процессе эволюции дисгармония различных функций растительного организма, и побуждает ставить вопрос, не скрывается ли за указанной дисгармонией целесообразный физиологический механизм. Ниже излагаются данные, которые с этой точки зрения освещают физиологическое значение послеполуденных потерь воды у высших растений.

Суточные изменения в содержании воды наблюдаются во всех органах злаковых растений: листьях, базальных частях побегов, корнях. Как нами раньше установлено (5), параллельно с этими изменениями наблюдаются аналогичные изменения водопоглощающей способности тканей этих органов. Поэтому можно принять, что непосредственной причиной послеполуденного уменьшения количества воды в растениях является снижение водоудерживающей способности биокolloидов тканей. С этой точки зрения, растение в послеполуденные часы не потому содержит меньше воды, что отдача ее превосходит поступление, а потому, что, вследствие снижения водоудерживающей способности клеточных коллоидов, оно не может содержать столько же воды, сколько оно удерживало в утренние часы при повышенной водоемкости тканей. Таким образом, вопрос о механизме суточных изменений содержания воды в растениях сводится к выяснению причин, обуславливающих изменение водоемкости их тканей. Основной причиной этого, кроме колебаний температуры, является изменение интенсивности транспирации.!!

Изучение влияния транспирации на изменение водоемкости тканей производилось следующим образом. На посевах двух сортов мягкой пшеницы (лютесценс 062 и мильтурум 0321) в жаркие дни в ранние

утренние часы у одной части растений срезали надземную массу на уровне 2 см от поверхности почвы. Другую часть растений оставляли без подрезки в качестве контроля. Как у контрольных, так и у опытных растений определяли в базальных частях побегов содержание воды и водоемкость тканей. Определения производились способом, указанным в (5): рано утром сразу же после подрезки (в 7 час.); после полудня (в 14 час.) при наибольшем напряжении метеорологических факторов; вечером (в 19 час.) после спадения дневной жары. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние удаления надземной массы на водопоглощающую способность базальных частей побегов растений пшеницы (1944 г.)

Дата анализа	Фаза развития	7 часов			14 часов			19 часов		
		контр.	опытн.	разница	контр.	опытн.	разница	контр.	опытн.	разница
Лютесценс-062										
29 V	Кущение . .	87,2	87,0	-0,2	85,8	86,9	+1,1	86,8	87,2	+0,4
18 VI	Трубкавание	77,2	77,6	+0,4	74,7	80,6	+5,9	74,4	77,4	+3,0
1 VII	Цветение . .	69,3	69,0	-0,3	60,2	61,0	+0,8	57,8	60,7	+2,9
Мильтурум 0321										
4 VI	Кущение . .	87,0	87,0	0	85,4	85,6	+0,2	85,4	85,9	+0,5
26 VI	Трубкавание	73,8	73,3	-0,5	71,8	75,4	+3,6	71,0	74,9	+3,9
11 VII	Цветение . .	57,9	58,3	+0,4	55,3	55,9	+0,6	56,0	56,0	0

Аналогичный опыт был проведен 21 X 1944 г. с растениями озимой пшеницы лютесценс 0329 в прохладный осенний день с совершенно отличным температурным режимом. В этом опыте определяли водоем-

Таблица 2

Влияние удаления надземной массы на водопоглощающую способность базальных частей побегов и корней растений пшеницы

Часть растения, взятая для анализа	7 часов			14 часов			19 часов		
	контр.	опытн.	разница	контр.	опытн.	разница	контр.	опытн.	разница
Базальные части побегов	79,7	79,5	-0,2	77,0	78,0	+1,0	75,9	77,4	+1,5
Узловые корни	77,9	77,9	0	76,5	77,1	+0,6	73,2	74,3	+1,1
Зародышевые корни . . .	75,0	75,3	+0,3	71,3	71,7	+0,4	66,1	68,4	+2,3

кость не только базальных частей побегов, но и узловых зародышевых корней (табл. 2).

Полученные данные показывают, что у растений с удаленными надземными частями послеполуденное снижение водоемкости тканей в базальных частях побегов, а также в зародышевых и узловых корнях значительно менее резко выражено, чем у контрольных растений. Если бы основная причина послеполуденных снижений содержания воды в растениях заключалась в несоответствии между отдачей воды и ее поступлением, то устранение отдачи путем подрезки надземной транспирирующей массы должно было бы вызвать немедленное увели-

чение содержания воды. Между тем, это не наблюдается. Увеличение содержания воды и водоемкости наступает через несколько часов после удаления надземной массы.

Таким образом, в результате ослабления транспирации водоемкость тканей возрастает, а с усилением — уменьшается. Правильность этого вывода можно проверить и другим путем. Если приурочить подрезку надземной массы к ночному времени, когда транспирация резко понижена, то это должно оказать незначительное влияние на величину водоемкости. Наоборот, подрезка в часы интенсивной транспирации должна резко повысить водоемкость. Опыт проводился по следующей схеме: 1) контроль без подрезки; 2) вечерняя подрезка в 20 час., определение водоемкости на следующий день в 7 час.; 3) утренняя подрезка в 7 час., определение водоемкости в 14 час.; 4) послеполуденная подрезка в 14 час., определение водоемкости в 20 час. Результаты этого опыта приводятся в табл. 3.

Таблица 3
Влияние времени удаления надземной массы на содержание воды и водоемкость базальных частей побегов

Время подрезки	Содержание воды			Водоемкость		
	контр.	опытн.	разница	контр.	опытн.	разница
Вечерняя	75,1	74,4	-0,7	84,4	82,2	-2,2
Утренняя	72,0	72,7	+0,7	80,8	81,1	+0,3
Послеполуденная	71,4	73,8	+2,4	79,7	80,9	+1,2

Данные этого опыта показывают, что в результате вечерней подрезки как содержание воды, так и водоемкость не только не увеличились, но, наоборот, уменьшились. В противоположность этому, послеполуденная подрезка, когда интенсивность транспирации достигает максимума, обусловила заметный подъем содержания воды и водоемкости.

Уменьшение водоемкости растительной ткани приводит к двум следствиям: 1) в содержимом клетки изменяется отношение между свободной и связанной водой, 2) изменяется проницаемость протоплазмы. Первый процесс не может оказать заметного влияния на транспирацию, ибо, как показывают расчеты, количество воды, переходящей в послеполуденные часы в результате уменьшения водоемкости клеточных коллоидов из связанного в свободное состояние, относительно невелико (от 40 до 300 мг на 100 см² листовой поверхности). Другой процесс, который возникает вместе с падением водоемкости тканей, — это увеличение проницаемости протоплазмы и уменьшение ее сопротивления прохождению воды. Исследования Максимова и его сотр. (6, 7) и данные других авторов (8) свидетельствуют о том, что с уменьшением гидратации клеточных коллоидов они приобретают повышенную проницаемость в отношении электролитов и воды. Из этого вытекает, что при послеполуденном усилении интенсивности транспирации приводится в действие цепь следующих физиологических процессов: уменьшение водоемкости тканей — снижение в них содержания воды — уменьшение их сопротивления водному току — более интенсивная подача воды в транспирирующие органы.

Таким образом, на усиление транспирации растение реагирует усиленным снабжением водой транспирирующих органов. Ввиду этого послеполуденные минимумы воды в растениях необходимо рассматривать не только как результат несоответствия между поступлением воды и

ее отдачей, но и как звено физиологического механизма, обеспечивающего усиленное снабжение водой транспирирующих органов. Само собою разумеется, что реализация этого физиологического механизма возможна при условии достаточной влажности почвы. Если, наоборот, обеспеченность растения водою недостаточна, выступает другой, установленный Максимовым⁽⁹⁾, механизм внутренней регуляции испарения, заключающийся в уменьшении интенсивности транспирации вследствие увеличения сопротивления, испытываемого восходящим током в нижнем конце своего ложа.

Таким образом, послеполуденные потери воды в тканях высших растений тесно связаны с физиологическим механизмом внутренней регуляции интенсивности испарения, вследствие чего они могли упорно сохраняться в ходе эволюции.

Карагандинская сельскохозяйственная
опытная станция

Поступило
26 IX 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Livingston and Brown, Botanic. Gaz., 53 (1912). ² Т. А. Красносельская-Максимова, Тр. Тифл. бот. сада, 19, № 1 (1917). ³ Н. А. Максимов и Т. А. Красносельская-Максимова, Тр. Петрогр. об-ва естествоисп., 53 (1923). ⁴ С. П. Костычев, Физиология растений, ч. 2, 1933. ⁵ Д. М. Новогрудский, ДАН, 52, № 9 (1946). ⁶ Н. А. Максимов, ДАН, 21, № 4 (1938). ⁷ Н. А. Максимов, Развитие учения о водном режиме и засухоустойчивости растений от Тимирязева до наших дней, М., 1944. ⁸ J. Levitt and G. W. Scarth, Canad. J. Res. Sec. C, No. 8 (1936). ⁹ Н. А. Максимов, Тр. Тифл. бот. сада, 19, № 1 (1917).