

Н. С. ПЕТИНОВ, П. Д. КОЛЕСНИКОВА

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОДНОГО РЕЖИМА С ТЕМПЕРАТУРОЙ ЛИСТЬЕВ ТОНКОВОЛОКНИСТОГО ХЛОПЧАТНИКА

(Представлено академиком М. Х. Чайлаханом 12 VI 1969)

Температура листьев играет определенную роль в процессах жизнедеятельности растений. Существует тесная взаимосвязь ее с важнейшими функциями организма, в частности с фотосинтезом, дыханием, ростом, движением. Взаимоотношения же температуры листьев и показателей водного режима растений освещены в литературе еще недостаточно.

Лучше всего изучена связь температуры листьев с транспирацией. Высокая интенсивность транспирации является фактором значительного снижения температуры листьев и защиты их от перегрева у гемиксерофитов и у ряда культурных растений (¹⁻⁷) и др. А. Ф. Клешина и И. А. Шульгин (⁸) считают даже, что интенсивность транспирации можно определить по величине температурного градиента листьев. По данным И. И. Салтыкова (⁹), между транспирацией и температурным градиентом наблюдается отрицательная корреляция ($r =$ от $-0,450$ до $-0,680$).

Влиянием транспирации на температуру листьев объясняется и наблюдаемое многими авторами послеполуденное снижение температуры листьев и возрастание ее в условиях недостаточного водоснабжения. Подобные данные были получены на пшенице (¹⁰), хлопчатнике (^{5, 11, 19}), баклажане и винограде (¹²), сахарной свекле (⁹) и чае (¹³).

В литературе есть некоторые сведения и о связи между температурой листьев и содержанием в них воды (^{14, 4}). Некоторые авторы выдвигают температуру листьев как показатель водообеспеченности растений: найдена определенная связь между температурным градиентом, сосущей силой и концентрацией клеточного сока листьев (⁹).

Однако подобные работы, выполненные в условиях жаркого климата Средней Азии, где водный и температурный режим растений своеобразен, нам не известны. Нет данных о взаимосвязи между температурой листьев и таким объективным показателем водного состояния клеток, как H (относительная степень насыщения клеток водой по В. С. Шардакову).

В настоящей работе делается попытка обнаружить связь между показателями температурного и водного режимов листьев тонковолокнистого хлопчатника, вегетирующего в естественных условиях произрастания при обычной агротехнике, принятой в колхозах и совхозах Вахшской долины (ТаджССР).

Наши исследования проводились в 1967 г. в колхозе им. В. И. Ленина (Куйбышевский район ТаджССР) на полях с высокой агротехникой. Высевался новый сорт тонковолокнистого хлопчатника 5595-В, выведенный В. П. Красичковым и районированный в колхозах и совхозах Вахшской долины. Посев был произведен 21 III, массовые всходы получены 9 IV. До посева внесено фосфорита 200 кг, местных удобрений 500 кг на 1 га, при посеве 50 кг/га сульфата аммония, в течение вегетации в виде подкормок — всего 500 кг/га селитры и 50 кг/га мочевины. Поливы проводились в следующие сроки: 17—20 V, 13—15 VI, 1—2 и 21—23 VII, 15 и 28 VIII.

Измерения температуры листьев проводили электротермометром с точечным термистором, который ставился вертикально на середине верхней

стороны листа на расстоянии 1—2 см от главной жилки. Температура измерялась на третьем (начиная сверху), самом развитом, листе хлопчатника, ориентированном к солнцу. Одновременно на том же ярусе листьев определяли интенсивность транспирации методом быстрого взвешивания⁽¹⁵⁾, сосущую силу методом струек⁽⁵⁾ и осмотическое давление по плотности раствора⁽¹⁶⁾, затем вычисляли показатель относительной степени насыщения клеток водой (H) по В. С. Шардакову⁽⁵⁾. Определения всех показателей производили в 13—14 час. в десятикратной повторности. Данные обрабатывались методом вариационной статистики.

Таблица 1

Показатели водного и температурного режимов листьев тонковолокнистого хлопчатника (средние данные)

Показатель	3 VII	10 VII	17 VII	24 VII	1 VIII	8 VIII	15 VIII	22 VIII
Температура воздуха, °C	37	39	36	40	33	35	35	34
Температура листьев, °C	27,4	28,8	28,1	25,2	27,6	27,0	27,2	28,0
Температурный градиент, °C	-9,6	-9,8	-7,9	-14,8	-5,4	-8,0	-7,8	-6,0
Сосущая сила, атм.	9,6	11,7	14,8	9,0	13,2	16,8	14,0	17,2
Осмотическое давление, атм.	14,4	14,8	17,1	16,2	17,8	20,8	19,5	21,1
Относительная степень насыщения водой (H)	33,3	20,9	13,4	44,4	25,8	19,0	28,2	18,5
Интенсивность транспирации, мг/час на 1 г сыр. веса	918	773	669	1113	684	854	610	728

Температура листьев растений, как известно, не совпадает с температурой воздуха, так как на нее большое влияние оказывают величина падающей солнечной энергии, ветер, температура и влажность воздуха. Тесная связь существует между температурой листьев, интенсивностью транспираций и оводненностью клеток. Последнее подтверждается и нашими исследованиями.

Как видно из табл. 1, температура листьев тонковолокнистого хлопчатника держится летом во время вегетации растений на оптимальном уровне в пределах 25—28°, несмотря на высокую температуру воздуха, 33—40°. Пределы колебания листовой температуры в одно и то же время дня в течение лета невелики; она несколько снижается сразу после полива (24 VII до 25,2°), достигая перед поливом 28—28,8°. Оказывается, что поливы влияют на нее больше чем температура воздуха. Так, коэффициент корреляции рангов между температурой листьев и температурой воздуха, по нашим данным, составляет +0,143. Коэффициент же корреляции рангов между температурой листьев и интенсивностью транспирации составляет -0,429. Транспирация положительно связана с поливом.

Табл. 1 показывает, что в условиях жаркого климата Таджикистана листья тонковолокнистого хлопчатника имеют отрицательный температурный градиент (разность между температурой листа и температурой воздуха). Средний температурный градиент за весь период наблюдений составлял -8,7°, т. е. температура листьев постоянно была ниже температуры воздуха на 5—10°, что полезно растениям, так как высокая температура листьев могла бы привести к их перегреву, а это, в свою очередь, вызвало бы задержку фотосинтеза и других процессов. По данным М. А. Логинова и Ю. С. Насырова⁽¹⁷⁾, фотосинтез у хлопчатника сорта 108-ф резко снижается уже при температуре выше 37°. В условиях же Таджикистана в середине лета часто температура воздуха бывает до 40° и даже выше.

По данным В. С. Шардакова⁽⁵⁾, у поливного хлопчатника температура листьев была ниже температуры воздуха на 2—3°, а у неполивного днем — на 4—5° выше. Автор делает вывод, что недополивы могут привести к перегреву листьев.

Температурный градиент варьирует в зависимости от поливов. Так, по нашим данным (табл. 1), 24 VII, через день после полива (полив 23 VII), Δt составил $-14,8^\circ$, а через 9 дней (1 VIII) после полива всего $-5,4^\circ$. Это влияние поливов на Δt , по нашему мнению, косвенное, через повышение транспирации при поливе. Так, 24 VII интенсивность транспирации составляла 1113, а 1 VIII всего 684 мг/час на 1 г сырого веса.

Чем выше интенсивность транспирации, тем больше разница между температурой воздуха и листьев. Коэффициент корреляции между этими величинами в наших экспериментах составлял $+0,738$, т. е. он довольно

Таблица 2

Суточная динамика температурных показателей у тонковолокнистого хлопчатника

Показатель	17 VII			8 VIII			22 VIII		
	9 час.	13 час.	18 час.	9 час.	13 час.	18 час.	9 час.	13 час.	18 час.
Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	24	36	34	26	35	28	26	34	29
Температура листьев, $^\circ\text{C}$	20,3	28,1	28,9	21,7	27,0	24,8	21,2	28,0	25,5
Температурный градиент, $^\circ\text{C}$	-3,7	-7,9	-5,1	-4,3	-8,0	-3,2	-4,8	-6,0	-3,5

высок. Значительная зависимость существует между разностью температуры воздух — лист и температурой воздуха. Коэффициент корреляции между ними $+0,917$.

Наблюдается и суточная динамика температуры листьев. Обычно утром она ниже, в полдень — наиболее высокая, а к вечеру несколько снижается (хотя и не всегда). Так, 17 VII утром она была ниже почти на 8° , а вечером почти на 1° выше, чем в полдень; в другие дни этого не наблюдалось (см. табл. 2).

Разность температур (Δt) воздуха и листьев выше в полдень. Амплитуда дневных колебаний температурного градиента (разница между самым высоким и низким показателем за день) изменяется в течение лета в сторону уменьшения. Так, 17 VII она составляла $4,2$; 8 VIII $4,8^\circ$, а 22 VIII всего $2,5^\circ$.

Показатели водного режима растений закономерно изменяются в течение вегетации растений (см. табл. 1). Сосущая сила и осмотическое давление листьев тонковолокнистого хлопчатника в условиях обычной агротехники и поливного режима, принятых на опытном поле, имели сравнительно небольшие величины, близкие к предельным, рекомендуемым В. С. Шардаковым⁽⁵⁾ и П. Д. Колесниковой⁽¹⁸⁾ для условий Таджикистана. Так, сосущая сила перед поливом 23 VII составляла 14,8 атм., перед следующим поливом 16,8 атм., а в период созревания хлопчатника 17,2 атм.; осмотическое давление соответственно 17,1; 20,8 и 21,1 атм. По этим величинам можно заключить, что поливной режим тонковолокнистого хлопчатника был близок к оптимальному, и не случайно урожай на опытном поле был 35 ц/га и собран весь в конце октября, т. е. в лучшие для Таджикистана сроки.

Относительная степень насыщения клеток водой (H) в июле перед поливом была 13,4%, после поливов 33,3—44,4%, а в августе соответственно $\sim 19\%$ и 28,2 (в начале полива), т. е. эта величина является чувствительным показателем водообеспеченности. Она, естественно, уменьшается по мере созревания растений.

Все показатели водного режима тонковолокнистого хлопчатника находятся во взаимосвязи с температурным градиентом листьев. Коэффициенты корреляции между показателями водного режима и разностью температур воздух — лист составляют для сосущей силы $-0,762$, а для осмотического давления $-0,707$, т. е. между сосущей силой и осмотическим дав-

лением, с одной стороны, и абсолютной величиной температурного градиента — с другой, существует отрицательная коррелятивная зависимость. И действительно, чем лучше растения обеспечены водой, тем ниже будет сосущая сила, а разность температур воздух — лист возрастает вследствие интенсивного испарения воды листьями в жарком климате. Об этом говорят результаты анализа взаимозависимости показателя относительной степени насыщения клеток водой и температурных показателей. Так, коэффициент корреляции рангов между показателем H и температурой листьев составляет $-0,724$, а между H и разностью воздух — лист существует положительная коррелятивная зависимость с коэффициентом корреляции $+0,809$.

Таким образом, между всеми показателями водного состояния листьев тонковолокнистого хлопчатника и температурным градиентом существует тесная взаимозависимость. Основными факторами, влияющими на температуру листьев тонковолокнистого хлопчатника, являются интенсивность транспирации, сосущая сила, осмотическое давление и показатель относительной степени насыщения клеток водой, а температура воздуха корректирует этот показатель.

Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
5 VI 1969

Душанбинский государственный педагогический
институт им. Т. Г. Шевченко

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Хлебникова, Тр. Комиссии по ирригации, 3, Изд. АН СССР, 1934.
² П. А. Генкель, Тр. Инст. физиол. раст. АН СССР, 1, 5, Изд. АН СССР, 1946.
³ А. П. Володин, Бюлл. МОИП, 56, в. 1 (1951). ⁴ П. Д. Бухарин, Физиол. раст., 5, 2 и 4 (1958). ⁵ В. С. Шардаков, Водный режим хлопчатника и определение оптимальных сроков полива, Ташкент, 1953. ⁶ Т. Г. Горышина, Вести. Ленингр. ун-в., 3, 1 (1960). ⁷ П. Д. Колесникова, Ш. Х. Муратов, Уч. зап. Душанбинск. гос. пед. инст., 48, сер. биол., Душанбе, 1965. ⁸ А. Ф. Клешнин, И. А. Шульгин, Сборн. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью, Изд. АН СССР, 1963. ⁹ И. И. Салтыков, Сборн. Биологические основы орошаемого земледелия, «Наука», 1966. ¹⁰ Н. С. Петин, Тр. Лаб. физиол. и биохим. растений, 1, Изд. АН СССР, 1934. ¹¹ Б. П. Строгонов, А. Ф. Клешнин, Е. Ф. Иванецкая, ДАН, 93, № 1 (1953). ¹² З. А. Мищенко, Сборн. Биологические основы орошаемого земледелия, М., «Наука», 1966. ¹³ Г. В. Лебедев, Сборн. Биологические основы орошаемого земледелия, «Наука», 1966. ¹⁴ А. Ф. Клешнин, ДАН, 79, № 6, 1029 (1951). ¹⁵ Л. А. Иванов, А. А. Силина, Физиол. раст., 2, 4 (1955). ¹⁶ Н. А. Гусев, Некоторые закономерности водного режима растений, Изд. АН СССР, 1959. ¹⁷ М. А. Логинов, Ю. С. Насыров, Тр. Инст. физиол. и биофизики растений АН ТаджССР, 1967. ¹⁸ П. Д. Колесникова, Сборн. Биологические основы орошаемого земледелия, «Наука», 1966. ¹⁹ Ю. И. Пинхасов, Ю. С. Насыров, Тез. докл. Всесоюз. совещ. Фотосинтез и использование энергии солнечной радиации, Душанбе, 1967.