

Н. П. ХУРШУДЯН

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАДИЕНТОВ СРЕДЫ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА РАСТЕНИЙ

Изучалось влияние отрицательного и положительного термоградиентов среды на содержание общей воды и ее различных фракций и на интенсивность транспирации в листьях хлопчатника и рудбекии однолетней при различной водообеспеченности почвы.

Независимо от влажности почвы, в течение онтогенеза в условиях отрицательного термоградиента среды растения содержат больше общей и свободной воды и меньше связанной воды, чем при положительном термоградиенте среды.

Интенсивность транспирации у этих растений ниже, чем у экземпляров того же градиента, произрастающих в условиях оптимальной влажности почвы.

Водный режим, являясь одним из важнейших показателей жизнедеятельности растений, зависит как от внутреннего состояния растения, так и от факторов окружающей среды. Из многочисленных факторов среды (водно-физические свойства почвы, температура корнеобитаемой зоны, минеральное питание и другие), влияющих на показатели водного режима растений, немаловажное значение имеет разность температур между воздухом и почвой, т. е. температурный градиент среды.

Для выяснения одновременных сдвигов температуры и влажности корнеобитаемой среды на показатели водного режима растений были поставлены опыты в вегетационных сосудах, помещенных в специальные контейнеры.

*Материал и методика.* Объектами исследования служили растения хлопчатника (*Gossypium hirsutum*) и рудбекии однолетней (*Rudbeckia amplexicaules*). Различия в температурном и водном режимах почвы поддерживались в вазонах сразу же после посева. В качестве отрицательного термоградиента среды, т. е. когда температура почвы ниже температуры воздуха, принимались естественные условия. Положительный температурный градиент среды (когда температура почвы выше температуры воздуха) создали в контейнерах, в которые помещались вегетационные сосуды с опытными растениями. Контейнеры плотно прикрывались фанерой с отверстиями для растений. Подогрев почвы осуществлялся при помощи лампочек, вмонтированных в контейнеры. Температура почвы регулировалась контактными термометрами. Разница температур между воздухом и почвой при положительном градиенте за вегетационный период поддерживалась на уровне 5° по следующей схеме (схема).

Температура воздуха и почвы контролировалась через каждые 2 часа. Влажность почвы поддерживалась в двух вариантах—60 и 30% из расчета ее полной влагоемкости. Общее количество воды и ее фракций определялось по методу Маринчик [1]. Применялись 50% раствор сахаразы. Интенсивность транспирации определялась по весовому методу. [2].

Схема

Фазы развития	Температура оранжерей, С°	Отрицательный градиент темпера- туры почвы при влажности		Положительный градиент, тем- пература воз- духа 5°С
		60%	30%	
Вегетативный рост	30,1	28,1	28,6	35,1
Цветение	34,5	32,6	32,9	36,5
Плодоношение	33,4	31,2	31,6	36,4

*Результаты и обсуждение.* Данные анализов показывают понижение общего содержания воды и ее форм в листьях (табл. 1) хлопчатника и рудбекии, выращенных в условиях положительного температурного градиента среды. Если показатели при отрицательном градиенте среды условно принять за сто, то при положительном градиенте, в

Таблица 1

Содержание форм воды в листьях хлопчатника и рудбекии однолетней при различных температурных градиентах и водном режиме почвы, %

Фазы развития	Формы воды	Отрицательный градиент		Положительный градиент	
		60% влаж- ности	30% влаж- ности	60% влаж- ности	30% влаж- ности

## Хлопчатник

Вегетативный рост	свободная	72,0	55,5	54,4	44,5
	связанная	16,5	28,0	31,3	35,5
	общая	88,5	83,5	85,7	80,0
Цветение	свободная	54,3	46,9	49,2	37,2
	связанная	23,2	23,7	28,0	30,8
	общая	78,0	70,6	77,2	68,0
Плодоношение	свободная	47,3	41,0	28,6	21,2
	связанная	23,8	26,8	38,5	40,3
	общая	71,1	67,8	68,9	61,5

## Рудбекия однолетняя

Вегетативный рост	свободная	64,1	46,6	54,2	34,9
	связанная	16,6	23,4	24,0	33,1
	общая	80,7	70,0	78,2	68,0
Цветение	свободная	58,9	50,5	48,2	40,3
	связанная	19,9	20,6	22,3	24,7
	общая	78,8	71,1	70,5	65,0
Плодоношение	свободная	48,0	36,5	36,5	29,9
	связанная	21,0	25,0	23,5	27,6
	общая	69,0	61,5	60,0	57,5

условиях 60% влажности почвы содержание общей воды в листьях составляет у хлопчатника при бурном вегетативном росте—96,8, при цветении—98,9, при плодоношении—96,9%, у рудбекии однолетней в тех же фазах соответственно—96,9, 89,4, 86,9%. При 30%-ой влажности

почвы эти показатели соответственно у хлопчатника составляли 95,8, 96,3, 90,7%, у рудбекии однолетней—97,1, 93,5, 91,4%.

С уменьшением содержания общей воды и ее свободной формы под воздействием положительного градиента среды происходит одновременно увеличение связанной воды. Так, содержание последней при влажности почвы 60% увеличилось у хлопчатника в 1,2—1,9 раз, у рудбекии однолетней 1,1—1,6; при 30%-ой влажности почвы у хлопчатника 1,2—1,5 раз, у рудбекии однолетней 1,1—1,4 раз. Низкое содержание общей воды и ее свободной фракции в условиях утепленной почвы отмечено в работах ряда авторов [3, 4].

Уменьшение содержания общей и свободной воды и увеличение связанной воды в листьях хлопчатника и рудбекии, выращенных в условиях положительного термоградиента, объясняется повышенной температурой в зоне корней, недостаточной корнеобеспеченностью растений, в результате чего наступает их преждевременное старение. Случай преждевременного старения растений при нарушении одного из факторов среды отмечено и Казаряном, Хуршудяном [5] у древесных пород.

Известно, что если температура корнеобитаемой среды превосходит свои оптимальные значения, поглощательная деятельность корневой системы депрессирует в результате изменений внутренних структур коллоидов протоплазмы [6]. В наших опытах корни подопытных растений постоянно находились в условиях более повышенной температуры, чем надземные органы, и если учесть, что эта температура часто превышала свои оптимальные значения, то депрессия поглощательной деятельности растений становится вполне понятной. А с уменьшением поглощения воды корнями исследуемых растений уменьшается и содержание общей и свободной воды в листьях.

Как отмечает Гезалин [7], оводненность листьев находится в положительной зависимости от корнеобеспеченности растений. Наши исследования показали, что при положительном градиенте среды растения хлопчатника и рудбекии однолетней имеют меньшую корнеобеспеченность, чем при отрицательном градиенте. Вероятно, одной из причин уменьшения содержания воды в листьях под воздействием положительного градиента является их слабая корнеобеспеченность.

По общепринятому представлению, содержание свободной воды определяет интенсивность физиологических процессов, а содержание связанной—устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды [8—11].

Следовательно, высокое содержание свободной воды в листьях растений отрицательного градиента указывает на повышенный жизненный тонус растений, приводящий к усилению процессов роста, обмена веществ, оттока ассимилятов и т. д. Повышенное же содержание связанной воды в листьях растений, выращенных в условиях утепленной почвы, по-видимому, одно из проявлений защитной реакции растений на неблагоприятный положительный градиент. Более благоприятное

состояние водного режима растений в условиях отрицательного градиента, выражающееся в высоком содержании общей и свободной воды в листьях,—результат филогенетической приспособленности высших растений к условиям среды, при которой температура почвы или корневой системы ниже температуры воздуха или надземных органов. Воздействие температурных градиентов на жизнедеятельность растений впервые описано Радченко [12, 13]. Им показано, что длительное нахождение растений при положительном термоградиенте вызывает преждевременное физиологическое старение, выражающееся в раннем избыточном накоплении солевых элементов в корнях и листьях, в нарушении обменных процессов, в образовании вредных продуктов гидролиза и т. д.

Изучение интенсивности транспирации листьев хлопчатника и рудбекии однолетней, выращенных в условиях различных термоградиентов среды показывает (табл. 2), что растения интенсивнее транспирируют при отрицательном градиенте среды. Причем повышенная транс-

Таблица 2

Интенсивность транспирации листьев хлопчатника и рудбекии однолетней при различных температурных градиентах среды и водном режиме почвы, г/час. ед. сыр. веса

Фазы развития	Отрицательный градиент		Положительный градиент	
	60% влажности	30% влажности	60% влажности	30% влажности
<b>Хлопчатник</b>				
Вегетативный рост	0,8940	0,7608	0,8032	0,5848
Цветение	0,9308	0,8054	0,7833	0,5109
Плодоношение	0,8641	0,7032	0,6601	0,4002
<b>Рудbeckия однолетняя</b>				
Вегетативный рост	1,8767	1,8357	1,3018	1,2223
Цветение	1,4463	1,3439	0,8716	1,6031
Плодоношение	0,8302	0,5289	0,7181	1,4402

пирация сохраняется как при нормальной водообеспеченности (60%), так и при недостаточной влажности почвы (30%), в течение всего онтогенеза растений. В условиях положительного градиента интенсивность транспирации листьев по сравнению с таковой при отрицательном термоградиенте ниже, составляя у хлопчатника, при 60% влажности почвы, в период вегетативного роста 89,8, в период цветения 84,2, в период плодоношения 76,4%, а при 30% влажности почвы соответственно 76,3, 63,4, 56,9%. У рудбекии однолетней эти показатели соответственно были: 69,4, 60,3, 86,5% и 66,6, 44,9, 83,2%. Падение интенсивности транспирации листьев хлопчатника и рудбекии однолетней при положительном градиенте среды вероятно связано, в первую очередь, с нарушением жизнедеятельности корней, так как температура корнеобитаемой среды, постоянно складываясь из температуры воздуха плюс 5° (табл. 1), на протяжении всей вегетации была довольно

высокой, что и вызвало понижение интенсивности транспирации. Аналогичное явление описано у Ипполитова и Колясева [14]. Повышенную интенсивность транспирации при пониженной температуре почвы эти авторы объясняют лучшим развитием корневой системы растений, росших при некотором снижении температуры почвы, что и определило большой расход влаги этими растениями.

Интенсификация транспирации в условиях повышенной почвенной температуры описана в работах многих исследователей [4, 14, 15].

На содержание воды в листьях и интенсивность транспирации решающее воздействие оказывает влажность почвы, на фоне которой изучалось влияние температурных градиентов среды на водный режим растений. Как и следовало ожидать, у подопытных растений независимо от знака градиента, на протяжении всей вегетации при оптимальных условиях водоснабжения (60% влажности почвы от ее полной влагоемкости) наряду с повышенным содержанием общей воды и ее свободной формы в листьях наблюдается и интенсификация транспирации. Растения, произрастающие в условиях постоянного водного дефицита, отличаются как пониженным содержанием общей и свободной воды, так и ослабленной транспирацией. Сравнивая содержание воды и ее фракций в листьях хлопчатника и рудбекии при различных термоградиентах и водообеспеченности почвы (табл. 1, 2), можно заметить, что в наиболее подавленном состоянии находятся растения, произрастающие в условиях 30%-ой влажности почвы и положительного градиента среды. Следовательно, одновременные сдвиги в температурном и водном режимах почвы вызвали серьезные изменения в состоянии водного режима растений хлопчатника и рудбекии однолетней.

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показывает, что динамика изменения содержания воды и ее фракций, а также интенсивности транспирации во многом определяется онтогенетическим развитием растений. Результаты анализов свидетельствуют о том, что с возрастом растения общее содержание воды и ее свободной формы уменьшается, а количество связанной воды возрастает. Такая закономерность наблюдается у обоих исследуемых объектов, независимо от температурного градиента среды и влажности почвы. Аналогичные изменения содержания общей воды и ее фракций в период онтогенеза растений описаны у многих авторов [15, 16].

При отрицательном термоградиенте среды, независимо от водного режима почвы, максимум интенсивности транспирации у хлопчатника и рудбекии однолетней приходится на фазу цветения. Интенсификация этого процесса в период генеративного развития, по-видимому, обусловлена довольно высокой температурой воздуха (схема), сильной инсоляцией и атмосферной засухой, в условиях которых проходило цветение.

Растения хлопчатника, выращенные при положительном термоградиенте, в силу ускоренного развития под воздействием повышенной почвенной температуры проходили фазу цветения в условиях более уме-

реинных факторов среды. У этих растений в период цветения наблюдается некоторое снижение интенсивности транспирации, связанное с закономерным уменьшением общего количества воды (табл. 2) и увеличением водоудерживающей способности листьев в связи с их возрастом.

В конце вегетации независимо от градиента среды и водного режима почвы у хлопчатника и рудбекии наблюдается весьма заметный спад интенсивности транспирации (табл. 1 и 2). Последний связан со старением растений, приводящим к ослаблению всех жизненных процессов, в том числе к уменьшению содержания общего количества воды и ее свободной формы, увеличению связанной воды (табл. 2), к усилению водоудерживающей способности листьев.

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать, что в течение онтогенеза больше общей воды и ее свободной формы и меньше связанной воды содержится в растениях хлопчатника и рудбекии однолетней, произрастающих в условиях отрицательного температурного градиента среды, когда температура почвы ниже температуры воздуха. Интенсивность транспирации выше у растений, выращенных при отрицательном термоградиенте, когда температура почвы ниже температуры воздуха. Независимо от температурного градиента среды высокое содержание общей воды и ее свободной формы, а также большая интенсивность транспирации наблюдается у растений, хорошо обеспеченных влагой. Растения, произрастающие в условиях недостаточного увлажнения, отличаются высоким содержанием связанной воды и слабой интенсивностью транспирации.

Армянский сельскохозяйственный институт

Поступило 18.III 1976 г.

Ե. Պ. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ

## ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԳՐԱԴԻԵՆՏՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՋՐԱՅԻՆ ՌԵԺԻՄԻ ՈՐՈՇ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում բերված են տվյալներ բամբակենու և միամյա ուղբեկիայի ջրային ռեժիմի վրա միջավայրի ջերմաստիճանային դրական և բացասական գրադիենտների ազդեցության վերաբերյալ:

Պարզաբանված է, որ օնթոգենեզի ընթացքում, միջավայրի բացասական ջերմազրադիենտի պայմաններում բամբակենին և ուղբեկիան պարունակում են ավելի շատ ընդհանուր և ազատ ջուր, և համեմատաբար քիչ կապված ջուր, քան դրական ջերմազրադիենտի առկայությանը: Վերջինիս դեպքում մեծանում է նաև տրանսպիրացիան:

Անկախ միջավայրի ջերմաստիճանային գրադիենտից նշված բույսերի մոտ ընդհանուր և ազատ ջրի պարունակությունը, ինչպես նաև տրանսպիրացիան մեծ է հողի օպտիմալ ջրաապահովվածության պայմաններում: Հողի անբավարար ջրաապահովվածության դեպքում բույսերի մոտ ընկնում է ընդհանուր և ազատ ջրի պարունակությունը և տրանսպիրացիայի ինտենսիվու-

**Թյունը: Վերջինս արդյունք է ջերմային և ջրային պեժիմների միաժամանակ  
սեղաշարժման:**

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Маринчик А. Ф.* Практикум по физиологии растений, Москва, 1957.
2. *Сказкин Ф. Д., Ловчинская Е. И., Миллер М. С., Аникиев В. В.* Практикум по физиологии растений. М., 1958.
3. *Шахов А. А.* Водный режим растений в связи с обменом веществ и засухоустойчивостью. М., 1963.
4. *Шишкану Г. В.* Вопросы обмена веществ плодовых и овощных растений. Кишинев, 1963.
5. *Қазарян В. О., Хуршудян П. А.* Общие закономерности роста и развития растений, Вильнюс, 1965.
6. *Гаарилова Л. И.* Изв. Главн. Ботан. сада РСФСР, 23, 1, 1923.
7. *Гезалин М. Г.* Онтогенез высших растений, Ереван, 1970.
8. *Алексеев А. М.* Водный режим растений и влияние на него засухи, Казань, 1948.
9. *Геккель П. А.* Труды Ин-та физиол. раст., 5, вып. 1, 1946.
10. *Петинов Н. С.* Физ. раст., 1, 1, 1954.
11. *Петинов Н. С.* Физиология орошаемой пшеницы. М., 1959.
12. *Радченко С. И.* Сов. бот., 6, 1934.
13. *Радченко С. И.* Температурные градиенты среды и растения, М.—Л., 1966.
14. *Ипполитов Д. В., Колясев Ф. И.* Ботанический журнал, 41, 5, 1956.
15. *Мифтаххутдинова Ф. Г.* Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. М., 1963.
16. *Добрунов Л. Г. и Чумина О. Т.* Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. М., 1963.