

Н. П. ХУРШУДЯН

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Одновременные сдвиги в температурном и водном режимах корнеобитаемой среды оказывают решающее воздействие на онтогенетическое развитие растений. Положительный градиент среды и оптимальная влажность почвы ускоряют развитие растений. По силе реакции на повышение почвенной температуры хлопчатник и рудбекия однолетняя отличаются друг от друга.

Исследованиями многих авторов [1—3] установлено, что растения наиболее нормально и гармонично растут и развиваются при таких термоусловиях среды, когда температура воздуха выше температуры почвы. В силу лучшей приспособленности корней к более пониженной температуре среды процессы роста и развития растений лучше протекают в условиях отрицательного термоградиента. Воздействие термоградиентов среды на рост и развитие растений рассмотрено в работах ряда авторов [2—5].

Цель работы—выяснить воздействие положительного и отрицательного термоградиентов среды на онтогенетическое развитие растений.

Материал и методика. Для определения воздействия одновременных сдвигов в температурном и водном режимах корнеобитаемой среды на индивидуальное развитие растений подопытные культуры выращивались в условиях различных термоградиентов среды и влажности почвы.

Объектами исследований служили растения хлопчатника и рудбекии однолетней, выращенные в вазонах, вмещающих 5 кг садовой почвы (земля, песок, навоз в соотношении 3:1:1). Различия в термо- и водном режимах поддерживались в вазонах сразу же после посева. В качестве отрицательного градиента принимались естественные условия. Для создания положительного градиента среды вазоны с растениями помещались в специальные контейнеры, плотно прикрытые фанерой с отверстиями для растений. В контейнеры монтировались лампочки по 100 вт, подогревающие почву в вазонах. Почвенная температура регулировалась контактными термометрами. Разница в температуре воздуха и почвы при положительном градиенте за вегетационный период поддерживалась на уровне 3—5°, согласно схеме (схема).

Температура воздуха и почвы контролировалась через каждые 2 часа. Влажность почвы поддерживалась на уровне 60 и 30% из расчета ее полной влагоемкости.

Результаты наблюдений за прохождением фенофаз растений в период 1974 и 1975 гг. приведены в табл. 1 и 2. Посев культур был произведен в оранжерее 1 марта 1974 г. и 15 апреля 1975 г.

Результаты и обсуждение. Как показывают наблюдения (табл. 1), независимо от условий влажности почвы и срока сева семена хлоп-

Фазы развития	Температура воздуха оранжереи, С°	Отрицательный градиент, температура почвы, С°		Положительный градиент, температура воздуха +3°С
		Влажность почвы, %		
		30	60	
Вегетативный рост	30,1±0,1	28,6±0,3	28,1±0,1	35,1
Бутонизация	33,2±0,1	31,7±0,2	31,0±0,1	36,2
Цветение	34,5±0,4	32,0±0,2	32,6±0,1	38,0
Плодоношение	33,4±0,3	31,6±0,1	31,2±0,1	36,0

чатника при положительном температурном градиенте среды взошли на 2—3 дня раньше, чем в условиях отрицательного термоградиента. Одновременно наблюдалось некоторое повышение энергии всхожести семян. Сопоставление данных всхожести семян по вариантам водообеспеченности почвы показывает, что водный дефицит почвы (30% влажности от общей влагоемкости) задерживает появление всходов в среднем на два дня. Обнаружено также ускорение ростовых процессов у растений, выращенных в условиях положительного градиента среды. У хлопчатника (табл. 1) рост (появление первого настоящего листа) начинается на 4—8 дней раньше, чем в условиях отрицательного термоградиента. Недостаточная водообеспеченность почвы задерживает начало роста хлопчатника в среднем на 3 дня. В дальнейшем этот фактор подавляюще сказывается на интенсивности роста и продуктивности растений.

Таблица 1
Фенология хлопчатника за 1974—75 гг. (верхняя дата—74 г., нижняя—75 г.).

Фенофазы	Отрицательный градиент		Положительный градиент	
	60% влажности	30% влажности	60% влажности	30% влажности
Посев	1/III 15/IV	1/III 15/IV	1/III 15/IV	1/III 15/IV
Всходы	13/III 28/IV	15/III 25/IV	11/III 20/IV	13/III 22/IV
Появление 1-го настоящего листа	23/III 11/V	26/III 13/V	19/III 5/V	22/III 8/V
Появление 6—7-го листьев	5/VI 7/VI	18/VI 20/VI	15/V 20/V	24/V 30/V
Образование симподиальных ветвей	16/VI 19/VI	3/VII 6/VII	20/V 26/V	1/VI 9/VI
Бутонизация	27/VI 27/VII	14/VII 17/VII	30/V 4/VI	13/VI 20/VI
Цветение	17/VII 23/VII	8/VIII 17/VIII	20/VI 23/VI	6/VII 10/VII
Плодоношение	10/IX 17/IX	6/X 9/X	19/VIII 21/VIII	11/IX 12/IX

Таблица 2

Фенология рудбекии однолетней за 1974—75 гг. (верхняя дата—74 г., нижняя—75 г.)

Фенофазы	Отрицательный градиент		Положительный градиент	
	60% влажности	30% влажности	60% влажности	30% влажности
Посев	1/III 15/IV	1/III 15/IV	1/III 15/IV	1/III 15/IV
Всходы	10/III 20/IV	12/III 23/IV	9/III 19/IV	11/III 22/IV
Появление настоящего листа	26/III 5/V	29/III 8/V	23/III 2/V	25/III 4/V
Образование 5—6-го листьев	5/VI 15/VI	8/VI 17/VI	30/V 8/VI	2/VI 11/VI
Образование боковых ответвлений	13/VI 20/VI	15/VI 23/VI	8/VI 16/VI	6/VI 13/VI
Бутонизация	30/VI 30/VI	2/VII 28/VI	20/VI 24/VI	22/VI 23/VI
Цветение	8/VIII 15/VIII	12/VII 18/VII	29/VI 2/VII	22/VI 7/VII
Отцветание	9/VII 10/VII	11/VIII 13/VIII	1/VIII 3/VIII	3/VIII 5/VIII

Фаза интенсивного надземного роста растений, выращенных при нормальном термоградиенте (отрицательный градиент), по сравнению с таковой у растений, выращенных при положительном термоградиенте, начинается позже на 19—22 дня при нормальной водообеспеченности и на 20—25 дней при водном дефиците почвы, т. е. независимо от термоградиентных условий дефицит почвенной влаги задерживает рост растений на 8—13 дней. В то время как в варианте с отрицательным градиентом шло образование 6—7 листа, в условиях положительного градиента началось формирование симподиальных ветвей. Указанная фенофаза в условиях отрицательного градиента наступила на 24—30 дней позже, причем разница в сроках формирования симподиальных ветвей в вариантах с различной влажностью почвы, независимо от термоградиента, составляет 10—18 дней. В то время как при отрицательном градиенте еще продолжается бурный вегетативный рост, при положительном градиенте уже начинается генеративное развитие. В фазу бутонизации при положительном градиенте растения вступают на 25—28 дней раньше в условиях 60-процентной влажности почвы и на 27—30 дней—при 30-процентной, чем при отрицательном градиенте. Наступление фазы бутонизации у хлопчатника, выращенного в условиях недостаточной влажности почвы, задерживается в среднем на 15—18 дней. Цветение в условиях положительного термоградиента наступает раньше на 28—30 дней при оптимальной водообеспеченности почвы и на 32—37 дней при недостаточной влажности почвы. Хлопчатник, выращенный в условиях повышенной температуры корнеобитаемой среды, плодоносит на 22—27 дней раньше растений, выращенных в условиях отрицательного градиента при

60-процентной влажности почвы и на 25—28 дней раньше при 30-процентной. Постоянный водный дефицит почвы удлиняет вегетацию хлопчатника в среднем на 22—25 дней.

Аналогичные, но менее выраженные сдвиги в прохождении фенофаз под воздействием различных термоградиентов среды и влажности почвы наблюдаются и у рудбекии однолетней (табл. 2). Если у хлопчатника сдвиги в отдельных фенофазах колеблются в пределах 3—37 дней, то у рудбекии аналогичный показатель составляет 1—13 дней.

Таким образом, фенологические наблюдения показывают, что любые сдвиги в условиях скружающей среды вызывают значительные изменения в скорости онтогенетического развития растений. Как показали наблюдения, при повышенной почвенной температуре (на 3—5°) воздуха, т. е. при положительном термоградиенте среды значительно ускоряется развитие подопытных культур (особенно у хлопчатника). Более быстрое прорастание семян растений под воздействием положительного градиента—проявление приспособленности высших растений к температурному градиенту среды с самого начала эмбрионального развития. Как отмечает Радченко [3], морфологически это проявляется в различной интенсивности ростовых процессов осевых органов зародыша. Следовательно, в силу наличия физиологического температурного градиента между зародышевым стебельком и корешком дальнейшие их формативные и ростовые процессы протекают по-разному уже в начальном периоде постэмбрионального развития растения в соответствии с действующей на них температурой и степенью дифференцированной приспособленности осевых органов к теплу. При дальнейшем развитии растений хлопчатника и рудбекии однолетней разница в скорости прохождения фенофаз еще более увеличивается, в результате чего значительно ускоряется генеративное развитие растений и укорачивается их онтогенез. После цветения дальнейшего увеличения разрыва в скорости прохождения фенофаз нами не наблюдалось. В результате ускоренного онтогенетического развития под воздействием положительного градиента среды вегетационный период хлопчатника сократился в условиях 60-процентной влажности почвы на 22—27 дней, в условиях 30-процентной—на 18—25 дней, а онтогенез рудбекии однолетней при оптимальной влажности почвы сократился на 1—13 дней, при недостаточной влажности—на 1—10 дней. Таким образом, температура почвы через корневую систему влияет на скорость прохождения фенофаз. Как предполагает Радченко [2], физиологически это влияние проявляется через воздействие на обмен веществ растений в целом. Данные об ускорении онтогенетического развития растений под влиянием повышенной температуры приводятся также в работах Ипполитова, Колясева, Лимарь [4, 5].

Наши наблюдения показали, что чувствительность растений к температурному градиенту среды сильнее всего проявляется в период их генеративного развития.

Сравнительный анализ данных табл. 1 и 2 показывает, что положительный термоградиент среды ускоряет прохождение фаз у хлопчатника на 3—37 дней в течение онтогенеза, в то время как у рудбекии однолетней эта разница составляет всего 1—13 дней. Несмотря на то, что у обоих видов растений под воздействием положительного температурного градиента онтогенез ускоряется, однако по силе реакции подопытные объекты отличаются друг от друга, что, очевидно, объясняется различным географическим происхождением их. Хлопчатник, как южная культура, активнее реагирует на повышение почвенной температуры, в результате чего значительно сокращает срок прохождения онтогенеза, тогда как рудбекия однолетняя, являясь растением умеренных широт, проявляет намного более слабую реакцию на положительный термоградиент. Возможность значительного сокращения онтогенеза у теплолюбивых культур под воздействием положительного термоградиента среды отмечена и у Радченко [3].

Итак, продолжительное выращивание растений в условиях положительного термоградиента среды значительно сокращает их онтогенез. Однако следует отметить, что хотя подопытные культуры, в особенности теплолюбивый хлопчатник, под воздействием повышенной температуры почвы быстрее завершили свое индивидуальное развитие, однако отличались низкой урожайностью. Сокращение сроков прохождения фаз онтогенеза за счет повышения температуры почвы, как отмечает Радченко [2, 3], ведет к недоразвитию генеративных органов и снижению урожая. Кроме того, положительный термоградиент среды способствует преждевременному физиологическому старению растений. Наши исследования выявили, что растения, выращенные в условиях положительного термоградиента среды, несмотря на более быстрое развитие, отличаются пониженным содержанием свободной воды, высоким содержанием связанной, ослабленной транспирацией [1], повышенной концентрацией клеточного сока, сильным водным дефицитом тканей листа, слабой активностью фотосинтеза, корневой недостаточностью и многими другими показателями, свидетельствующими о низкой жизнеспособности этих растений.

В наших опытах, независимо от температурного градиента среды, недостаточная влажность почвы (30% влажности от общей влагоемкости) задерживала рост и развитие хлопчатника и рудбекии однолетней. Тормозящее действие водного дефицита почвы на процессы роста и развития растений сказалось уже в фазе прорастания семян, прогрессировало при вегетативном росте и сильнее всего проявилось в период генеративного развития. Интенсивность вегетативного роста при оптимальной влажности почвы (60% влажности от полной влагоемкости почвы) Прусакова [6] объясняет большей активностью мезостематической ткани в конусах нарастания.

Задержка процессов развития подопытных растений, усиливающаяся во II половине вегетации (период формирования генеративных органов и последующее генеративное развитие), объясняется наруше-

нием редуccionного деления, в результате чего образуются микроспоры с ненормальным хромосомным аппаратом и аномалией в формировании мужских половых гамет [7]. Следовательно, критическим периодом в отношении влагообеспеченности у хлопчатника и рудбекии однолетней является период генеративного развития растений. Поэтому водный дефицит почвы при генеративном развитии растений особенно тормозит процессы развития растений.

Тормозящее действие недостаточной влагообеспеченности на индивидуальное развитие растений описано и у других авторов [8—10].

Результаты наблюдений показали, что разница в сроках прохождения фаз в течение вегетации у подопытных растений, выращенных при различных условиях влажности корнеобитаемой среды, в варианте с отрицательным термоградиентом больше, чем при положительном. Причем эта особенность ярче проявляется у хлопчатника. Подобное явление, вероятно, вызвано совместным воздействием отрицательного градиента среды и недостаточной влажности почвы. В результате одновременного влияния этих двух факторов разница в скорости фенологического развития растений, выращенных при оптимальной и недостаточной влажности почвы, в условиях отрицательного градиента больше, чем у растений, выращенных в тех же условиях влажности почвы, но при положительном термоградиенте.

Отсюда ясно, почему из всех опытных вариантов быстрее развиваются растения, растущие в условиях двух ускоряющих развитие факторов—положительного термоградиента среды и оптимальной влажности почвы, а медленнее всего экземпляры, произрастающие при оптимальном термоградиенте среды и недостаточной влажности почвы.

Вышеизложенное позволяет отметить, что температурный градиент среды оказывает решающее воздействие на скорость онтогенетического развития растений, причем в условиях оптимальной влажности почвы они быстрее завершают свой онтогенез.

Как температурный градиент, так и влажность почвы сильнее воздействуют на скорость онтогенеза в период их генеративного развития. Совместное влияние недостаточной влажности почвы и отрицательного термоградиента среды становится причиной замедленного развития растений хлопчатника и рудбекии однолетней.

Институт ботаники
АН АрмССР

Поступило 10.III 1976 г.

Ե. Պ. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ

ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԳՐԱԴԻԵՆՏԻ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԲՈՒՅՍԵՐԻ ԱՆՀԱՏԱԿԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՎՐԱ ՀՈՂԻ
ՏԱՐԻԵՐ ԽՈՆԱՎՈՐԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա Վ Փ Ձ Փ Ձ Ի Վ

Աշխատանքի նպատակն է՝ հայտնաբերել միջավայրի ջերմային դրական և բացասական գրադիենտների ներգործությունը բամբակենու և միամյա ուղղ-

բեկիտայի, օնտոգենետիկ զարգացման վրա: Փորձերը դրվել են հողի օպտիմալ և անբավարար խոնավութայն պայմաններում: Յույց է տրված, որ արմատաբնակ միջավայրի ջերմային և ջրային ռեժիմների միաժամանակյա տեղաշարժը առաջացնում է որոշիչ ներգործություն բույսերի օնտոգենետիկ զարգացման վրա: Միջավայրի դրական գրադիենտը և հողի օպտիմալ խոնավությունը արագացնում են բույսերի զարգացումը: Բամբակենին և միամյա ուղեբեկիան տարբերվում են միմյանցից հողի ջերմաստիճանի նկատմամբ իրենց ունեցած ռեակցիայով: Եթե միջավայրի ջերմային դրական գրադիենտը կըրճատում է բամբակենու վեգետացիայի տևողությունը մինչև 37 օր, ապա միևնույն պայմաններում ուղեբեկիայի անհատական զարգացումը արագանում է շուրջ 13 օրով: Ըստ որում նշված բույսերի մոտ վեգետացիայի տևողության կրճատումը անհամեմատ արագ է ընթանում դրական ջերմաստիճանային գրադիենտի և հողի ջրային դեֆիցիտի միաժամանակյա ներգործության պայմաններում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Хуршудян Н. П. Биологический журнал Армении, 29, 9, 1976.
2. Радченко С. И. Общие закономерности роста и развития растений. Вильнюс, 1965.
3. Радченко С. И. Температурные градиенты среды и растений. М.—Л., 1966.
4. Ипполитов Д. В., Колясов Ф. Е. Бот. журн., 41, 5, 1956.
5. Лимарь Р. С. ДАН СССР, 108, 6, 1956.
6. Прусакова Л. Д. Сб. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. М., 1963.
7. Аникиев В. В. Сб. Водный режим растений и их продуктивность. М., 1968.
8. Лерман Р. И. Тр. Бот. ин-та АН СССР, сер. 4, вып. 16, 1963.
9. Савицкая Н. Н. Физиология растений, 18, 4, 1971.
10. Закиров А. З., Умаров Х. У., Гафуров Б., Кутаева Ф., Субхаликулов В., Ходжиханов А. Сб. Физиология и биология хлопчатника. Ташкент,