

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. И. ПОТАПЕНКО и Е. И. ЗАХАРОВА

ВЛИЯНИЕ СУТОЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 4 XII 1939) ¶

Гарнер и Аллард⁽¹⁾ еще в работе 1920 г. указывали, что в их опытах по фотопериодизму температурные условия у всех вариантов были почти одинаковыми. Наибольшая разница в температуре внутри кабинок и снаружи равнялась 1—1,7°. На основе этого они делали вывод, что решающее влияние на развитие растений оказывали световые условия—различия в фотопериодах. Но из этого не следует, что смена температуры в течение суток не имеет значения для развития растений.

В наших опытах по фотопериодизму⁽²⁾ температура внутри кабинок и снаружи разилась в ту или другую сторону на 1—1,5°. Однако наблюдения показали, что не только фотопериодизм, но и суточный ход температуры—термопериодизм—имеет большое значение для развития растений.

В метеорологии приводятся различные типы суточного хода температуры. В континентальных районах для периода вегетации наблюдается такая закономерность, что с уменьшением широты (короткий день) суточные колебания увеличиваются, а с увеличением широты (длинный день и непрерывное освещение) суточные колебания температуры уменьшаются. В общем при увеличении широты от 30 до 80° суточная амплитуда в среднем уменьшается летом от 15 до 5°⁽²⁾. Несомненно, что у растений различных широт в результате отбора закреплялись приспособления к тому или другому типу суточного хода температуры.

Практики при выгонке, главным образом, южных плодовых подметили, что растения лучше развиваются, когда им создается определенная амплитуда суточных колебаний температуры. Но необходимый суточный ход температуры может быть разным не только для растений разного происхождения, но и для одного и того же растения на различных фазах его развития.

В работе по изучению биологии развития плодовых^(4, 5, 6) мы столкнулись с необходимостью выяснить влияние смены температуры в течение суток на развитие растений, и в 1937, 1938 и 1939 гг. были проведены соответствующие опыты.

В опыте изучалось влияние на развитие растений двух вариантов условий: 1) развитие растений при постоянной высокой температуре в течение всего опыта (ночью температура не ниже 23—25°), 2) развитие растений при смене температуры в течение суток (днем температура высокая, ночью понижается). Так как для поддержания высокой температуры в течение

суток опыт пришлось проводить частью в оранжерее, то для выравнивания условий освещения и влажности воздуха в опыте было 5 вариантов.

1. Растения развивались в оранжерее при постоянной высокой температуре. Температура в течение опыта не опускалась ниже 23—25°, днем от солнечного нагрева поднималась выше 25°. Вентиляция осуществлялась через форточки и двери.

2. Растения развивались в оранжерее при смене температуры в течение суток. На день растения ставились в отделение оранжереи вместе с вариантом 1, а на ночь в соседнее отделение оранжереи с открытым входом и форточками. Световые условия одинаковые с первым вариантом, растения развивались под стеклом. Суточный ход температуры близок к естественному—днем температура высокая, ночью понижалась.

3. Растения развивались днем в оранжерее в условиях варианта 1, а на ночь ставились в открытый грунт. Суточная амплитуда температуры большая. Днем температура высокая, ночью—понижалась.

4. Растения развивались ночью в оранжерее в условиях варианта 1, а днем в открытом грунте. Суточная амплитуда температуры малая. Температура ночью не опускалась ниже 23—25°.

5. Растения развивались все время в открытом грунте при естественном ходе суточных колебаний температуры.

Температура в вариантах 1 и 4 в течение июня—августа держалась почти на одном и том же высоком уровне с небольшой амплитудой суточных колебаний в 5—6°; в сентябре температурный уровень снижался, но в варианте 1 температура не опускалась ниже 21°. В остальных вариантах имела место значительная амплитуда суточных колебаний температуры, например, в варианте 2 в июле амплитуда достигала 12,7°, в августе 13,5°, в сентябре 14,4°.

Относительная влажность воздуха и амплитуда суточных колебаний относительной влажности в вариантах 1, 3, 4, 5 были очень близки. В варианте 2 относительная влажность по мере понижения температуры повышалась несколько больше, чем в других вариантах.

В опыте находились сеянцы яблони сибирки, китайки, груши уссурийской, вишни бессеи, различные виды и сорта винограда, томаты, картофель. В опыте на каждом варианте по каждому сорту включалось от 6 до 70 растений.

Учет особенностей развития сеянцев яблони сибирки *Malus baccata* показал следующее: наибольший рост как в 1937 г., так и в 1938 г. наблюдался в варианте 1 при постоянной высокой температуре и наименьший рост при смене температуры. Так, в 1937 г. в варианте 1 средняя высота растений равнялась 23,6 см, а наибольшие растения достигали 76 см; в варианте 2 при смене температуры в течение суток в оранжерее средняя высота растения равнялась 18,8 см, а наибольшие растения достигали 38 см; в варианте 5 при естественном ходе суточных колебаний температуры средняя высота растения равнялась 17,5 см, а наибольшие растения достигали 27 см. При постоянно высокой температуре из 39 растений к 6 X 1937 г. закончилось рост 37 растений, а в остальных вариантах рост закончили все растения. Таким образом сеянцы сибирки не только дают наибольший прирост в условиях постоянных высоких температур, но могут в этих условиях и закончить рост.

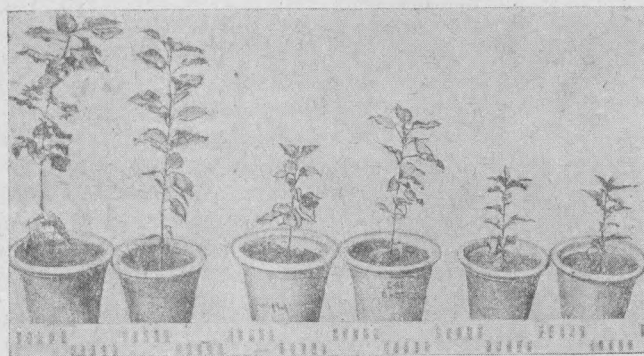
Опыт с сибиркой в 1938 г. подтвердил данные опыта 1937 г. с той разницей, что в 1938 г. во всех вариантах общий рост растений был меньшим, например, для варианта 1 средняя высота растения равнялась 16 см, а для варианта 5—12,5 см.

Сеянцы груши уссурийской дикой (*Pyrus ussuriensis* Max.) дали реакцию другого типа. При постоянной высокой температуре растения достигли

наименьшей высоты и позднее закончили вегетацию, при смене температуры в течение суток растения дали наибольший прирост и раньше закончили вегетацию. В 1937 г. при постоянной высокой температуре средняя высота сеянцев груши равнялась 10,8 см, а при смене температуры—17,7 см.

В 1938 г. сеянцы уссурийской груши дали очень небольшой прирост на всех вариантах, хотя несколько больший при смене температуры, чем на постоянно высокой температуре. Это объясняется тем, что в засушливом 1938 г. температурный уровень был очень высок, и потому груша уссурийская вела себя на всех вариантах в 1938 г. так, как в 1937 г. в условиях варианта 1 на постоянно высокой температуре.

Кроме того, общий меньший прирост сеянцев сибирки и груши уссурийской в 1938 г. во всех вариантах объясняется тем, что всходы сеянцев в 1937 г. появились в начале мая, использовали для роста всю первую половину вегетации с наиболее длинным днем и дали большой прирост,



Фиг. 1. Сеянцы яблони сибирки в опыте 1937 г. Слева направо представлены по два растения с трех вариантов: вариант 1—непрерывно высокая температура в оранжерее—самые большие растения; вариант 2—смена температуры в оранжерее (днем высокая, ночью понижается); вариант 5—естественный ход суточных колебаний температуры.

а в 1938 г. всходы появились в середине июня, и развитие сеянцев происходило в основном в период естественного сокращения дня. Проведенные же нами ранее опыты показали, что сеянцы сибирки и груши уссурийской дают большой прирост на длинном дне и меньший—на коротком.

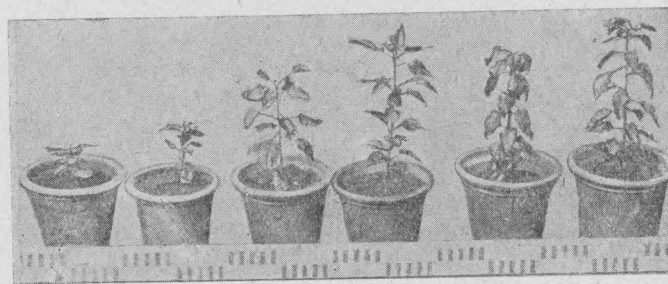
Сравнение характера развития сеянцев яблони сибирки и груши уссурийской показывает, что, развиваясь в одинаковых температурных условиях, они по-разному реагируют на эти условия. Характер реакции полностью соответствует биологической приспособленности яблони сибирки к развитию в условиях длинного дня при высокой температуре с малой амплитудой суточных колебаний. Груша уссурийская приспособлена к несколько более низкому температурному уровню с летними осадками и с большей суточной амплитудой температуры в силу более южного положения родины происхождения.

Изучение реакции сеянцев вишни бессеи (*Cerasus Besseyi*) на различные температурные условия показало, что сеянцы, поставленные с начала развития на постоянно высокую температуру, растут довольно быстрыми темпами, вызревание ягод наступает на 10—12 дней раньше, чем при смене температуры. Но затем прирост снижается, и хотя рост не заканчивается, растения обнаруживают признаки угнетения развития, в состоянии покоя не переходят и, оставленные на зиму в оранжерее, дают слабый рост. При смене температуры рост заканчивается раньше, растения переходят в со-

стояние покоя и, поставленные в оранжерею зимой, не дают никаких признаков роста. Таким образом условия постоянной высокой температуры задерживают растения бссееи в состоянии вегетации, колебания температуры в течение суток способствуют окончанию вегетации и переходу растений в состояние покоя.

В наших опытах со световыми условиями было установлено, что сеянцы бссееи на коротком дне (10 час.) слабо растут, но роста не заканчивают, на длинном дне или непрерывном освещении растут быстро, но вегетация удлиняется, рост сеянцы заканчивают медленно. Когда же сеянцы сначала развиваются на длинном дне с последующим переводом в конце вегетации на короткий день, то они быстро растут, дают большой прирост, своевременно заканчивают вегетацию и переходят в состояние покоя.

Для наиболее быстрого протекания вегетации бссеее необходимо сначала дать постоянную высокую температуру, а затем усилить амплитуду суточных колебаний температуры, а в отношении световых условий необходимо дать сначала длинный день, а затем перевести на короткий.



Фиг. 2. Сеянцы груши уссурийской в опыте 1937 г. Слева направо представлены по 2 растения с трех вариантов: вариант 1—непрерывно высокая температура в оранжерее—самые маленькие растения; вариант 2—смена температуры в оранжерее (днем высокая, ночью понижается); вариант 5—естественный ход суточных колебаний температуры.

Различные температурные условия развития оказывают определенное влияние на характер окраски листьев и побегов. У сеянцев сибирки, груши уссурийской и бссееи при наличии суточных колебаний температуры листья и часть побеги (у бссееи) принимают осенью типичную красную окраску, на постоянной высокой температуре осенняя окраска листьев чисто желтая. Созревание ягод у бссееи, как указывалось выше, при постоянной высокой температуре наступает дней на 10—12 раньше, причем созревшие ягоды имели такую же интенсивно черную окраску, как и в открытом грунте. У сеянцев сибирки окрашивание плодов в красный цвет происходит при увеличении амплитуды суточных колебаний температуры.

Наблюдение за развитием томатов в производственных условиях в Мичуринске показало, что, когда устанавливается высокая температура, томаты плохо завязывают плоды и дают слабый урожай даже при искусственном поливе. Опыт с влиянием различных температурных условий на развитие томатов был проведен в 1938 г. Учет урожая показал, что у растений при постоянной высокой температуре в оранжерее ⁽¹⁾ не завязалось ни одного плода, в то время как при смене температуры в оранжерее ⁽¹¹⁾ плоды образовались у 8 растений из 10, а общий вес плодов равнялся 466 г. При смене температуры (вариант 3—днем в оранжерее, ночью в открытом грунте) все растения образовали плоды общим весом 1 022 г. В варианте 4 при постоянной высокой температуре плоды образовались только у двух растений общим весом 108 г, причем один плод завязался в самом

начале опыта, а два мелких плода на другом растении в конце опыта, когда температура в открытом грунте даже днем достаточно понизилась. При естественном ходе суточных колебаний⁽⁵⁾ все растения образовали плоды общим весом 1 616 г. Низкий урожай плодов даже в естественных условиях смены температуры объясняется той же причиной, что и низкий урожай томатов в производственных условиях в 1938 г. Объяснить это действием засухи или высокой дневной температуры нельзя, так как томат хорошо растет и плодоносит при искусственном орошении в южных засушливых районах с высокой дневной температурой, а в засушливом году с высокой температурой в Мичуринске и при искусственном орошении плоды завязывались очень слабо. Нельзя этого объяснить и длиной светового дня, так как при той же длине дня в другие годы, при других температурных условиях, особенно в период цветения, урожай томатов получается лучший. Кроме того в опыте в варианте 1, при постоянно высокой температуре, плодоношения не было как на длинном дне в начале опыта, так и на коротком дне в конце опыта. Нельзя объяснить отсутствие плодоношения в варианте 1 также и условиями культуры под стеклом, так как растения в варианте 2 при смене температуры в оранжерее дали урожай и под стеклом, а в варианте 4 при постоянно высокой температуре растения не завязывали плодов, хотя днем развивались в открытом грунте.

Таким образом решающее влияние на урожайность томатов имел размах суточных колебаний температуры. При постоянно высокой температуре в течение вегетации плодоношение отсутствует, при высокой дневной температуре и понижении температуры ночью получается хороший урожай.

В проведенных нами опытах со световыми условиями было установлено, что растения на различных фазах своего развития требуют различных условий освещения, различной длины дня. Так, растения, которые при обычной классификации могли быть отнесены к растениям длинного дня (яблоня сибирка, вишня бессея), при выращивании их с начала вегетации на коротком дне слабо растут, но и рост не заканчивают, при выращивании с начала вегетации на непрерывном освещении или на длинном дне быстро растут, но вегетацию затягивают. При выращивании же сначала на длинном дне с последующим переводом на короткий день быстро растут, дают хороший прирост, раньше заканчивают вегетацию и переходят в состояние «покоя». Аналогичная картина получается и с температурными условиями. Эти же растения, развиваясь в одинаковых световых условиях при постоянно высокой температуре, быстро растут, но роста не заканчивают; для окончания роста они нуждаются в увеличении амплитуды суточных колебаний, в переводе к концу вегетации на короткий температурный день. Причем некоторые растения будут хорошо развиваться при постановке их с начала вегетации на короткий 12-часовой температурный день, другие быстрее развиваются при постоянно высокой температуре или длинном температурном дне в первой половине вегетации с последующим переходом на короткий термонериод в конце вегетации.

Некоторые сорта винограда северной селекции (Шасла, Сильванер) заканчивают рост и при развитии в течение всей вегетации на постоянно высокой температуре с малой амплитудой суточных колебаний температуры, в то время как южные сорта (*Aragan*) раньше заканчивают рост при смене температуры.

В руководствах физиологии отмечается, что свет задерживает рост, а ночью рост идет быстрее, чем днем, несмотря даже на то, что ночью температура ниже. В наших опытах по фотопериодизму у многих растений на непрерывном освещении рост был даже сильнее, чем на длинном или укороченном дне. Следовательно, не всегда свет задерживает рост. Это может

объясняться приспособленностью некоторых растений к более сильному росту на длинном дне и на непрерывном освещении, а у других растений, приспособленных к короткому дню, более сильный рост на непрерывном освещении, чем на коротком дне, говорит о том, что при наличии известного ночного понижения температуры дополнительное освещение не замедляет роста. Если же температуру ночью держать высокой, то растения будут слабо расти как на длинном дне, так и на коротком.

Таким образом рост ночью может быть сильнее у некоторых растений именно потому, что температура ночью ниже, чем днем. Несомненно, что у растений в результате отбора выработалось приспособление к тому или другому типу амплитуды суточных колебаний температуры в зависимости от особенностей родины происхождения растений. Когда же растения попадают в температурные условия, к которым они не приспособлены, это отрицательно сказывается на их развитии, росте и плодоношении.

Центральная генетическая лаборатория
им. И. В. Мичурина
г. Мичуринск

Поступило
4 XII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. W. Garner a. H. A. Allard, Journ. Agr. Res., XVIII, № 11 (1920).
² В. Н. Оболенский, Метеорология, стр. 88—89 (1935). ³ Я. И. Потапенко и Е. И. Захарова, Тр. Центр. генет. лабор. им. И. В. Мичурина. Селекция плодово-ягодных растений (1937). ⁴ Я. И. Потапенко, Яровизация, № 4 (7) (1936). ⁵ Я. И. Потапенко и Е. И. Захарова, За Мичуринское плодоводство, № 4 (1938). ⁶ Я. И. Потапенко, ДАН, XXIII, № 8 (1939).