

С. Л. ПУМПЯНСКАЯ, Т. М. РАДОМЫСЛЬСКАЯ

**ЗАВИСИМОСТЬ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ СПЕКТРОВ
ПРОПУСКАНИЯ ЛИСТЬЕВ ОТ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ**

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 4 IV 1973)

При изучении механизма фотопериодической реакции в качестве критерия ее прохождения обычно используется процесс перехода растений к репродукции. Трудности исследования, связанные с многоступенчатостью этого процесса, состоящего из звеньев, в общем случае по-разному зависящих от длины дня, с разделением в пространстве места восприятия фотопериодического воздействия (лист) и места, где фотопериодическая реакция проявляется (точка роста), с невозможностью следить *in vivo* за ступенями развития процесса, заставляют искать более простые фотопериодические реакции, лишенные перечисленных сложностей.

Известно, что прохождение фотопериодической индукции вызывает изменения в у.-ф. спектрах поглощения вытяжек из высших растений и грибов (^{1, 2}). Естественно предположить поэтому, что и у.-ф. спектры живых листьев будут зависеть от фотопериодических воздействий. Исследование спектров пропускания в у.-ф. области (230—340 мμ) проводилось на ипомее *Pharbitis Nil* — растении короткодневном по реакции цветения. Методика измерения спектров пропускания на отделенных от растения листьях в у.-ф. области спектра, измерительная установка и вид спектров листьев некоторых растений приведены в ранее опубликованных статьях (^{3, 4}).

Было показано, что когда световая энергия W , полученная растением в течение суток, меньше 300 вт·час/м², происходит искажение формы спектра, связанное с увеличением затрат на дыхание по сравнению с накоплением пластических веществ за счет фотосинтеза. Поэтому, чтобы выявить изменения в спектрах, связанные именно с фотопериодическими воздействиями, опыты проводились при $W \geq 300$ вт·час/м². Длительность ежесуточного освещения (T) изменялась от 2 до 24 час., а максимальная интенсивность освещения (I) составляла 150 вт/м².

Оказалось, что в условиях непрерывного освещения ($T = 24$ час.) пропускание листа по всему спектру довольно быстро падает до нуля, в то время как при периодическом освещении для данной интенсивности можно найти такую длину дня, при которой этого падения не происходит — пропускание по всему спектру остается на постоянном высоком уровне или возрастает в течение всего времени опыта. Так, уменьшение T от 24 до 9 час. не меняет характера зависимости пропускания от времени, а переход от $T = 9$ час. к $T = 7$ час. приводит к тому, что пропускание возрастает в течение всего опыта. Эта закономерность наблюдается при интенсивностях освещения от 50 до 100 вт/м². При дальнейшем увеличении интенсивности временной порог, при котором происходит переход от падения пропускания к его возрастанию, снижается (при $T = 150$ вт/м² он лежит между 3 и 4 час.). При уменьшении интенсивности ниже 50 вт/м² этот порог повышается, и где-то в промежутке между 50 и 13 вт/м² достигает 24 час., так как при интенсивности 13 вт/м² и ниже падения пропускания не происходит уже и на непрерывном освещении. Эта зависимость одинакова для всех длин волн рассматриваемого спектрального интервала (230—340 мμ). На

рис. 1 показано относительное изменение пропускания для двух длин волн, 308 и 331 м μ .

Совершенно различный характер изменения пропускания на длинном и коротком дне и достаточно узкий временной интервал, разделяющий режимы, приводящие к противоположным результатам, дают основание предположить, что описанное падение пропускания по спектру является длиннодневной фотопериодической реакцией. Тогда критической длиной дня следует считать пороговый период суточного освещения, при котором для

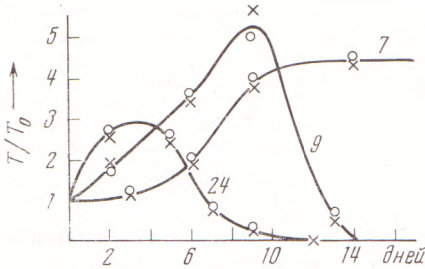


Рис. 1

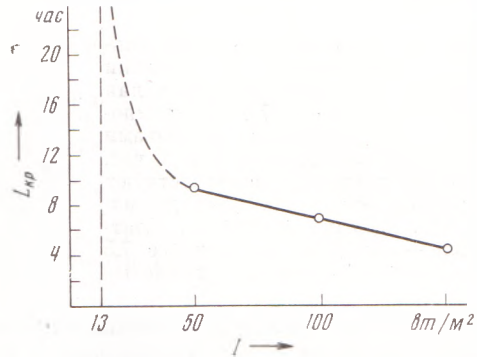


Рис. 2

Рис. 1. Зависимость относительного пропускания листа от времени опыта для λ 308 м μ и λ 331 м μ . Интенсивность освещения 50 вт/м 2 . Цифры у кривых соответствуют периоду суточного освещения в часах

Рис. 2. Зависимость критической длины дня для фотопериодической реакции, выражающейся в падении пропускания в у-ф.-области до нуля, от интенсивности освещения

данной интенсивности еще происходит падение пропускания до нуля в течение времени опыта, и дальнейшее уменьшение этого периода приводит к тому, что падение пропускания до нуля в течение опыта не наблюдается. Зависимость критической длины дня от интенсивности освещения приведена на рис. 2.

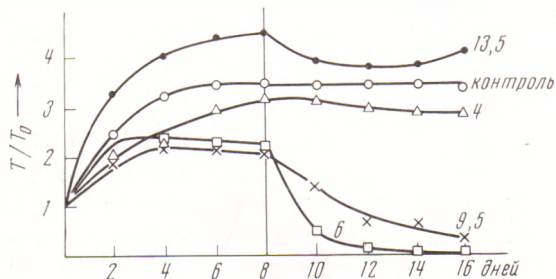
Характерным признаком фотопериодической реакции является ее чувствительность к световым разрывам темноты. Поэтому, если падение пропускания листа в ультрафиолетовой области есть длиннодневная фотопериодическая реакция, то такое падение должно происходить и в условиях короткого дня, если ночью дается световой разрыв⁽⁵⁾.

Проверка чувствительности наблюдаемых изменений пропускания к световым разрывам темноты проводилась при интенсивности освещения 100 вт/м 2 и основном световом периоде освещения 6,5 часа. В этих условиях при отсутствии разрывов темноты пропускание увеличивается в течение длительного времени. Воздействие светом люминесцентных ламп с интенсивностью 40 вт/м 2 в течение 1 часа в середине ночи приводит к быстрому падению пропускания. При перемещении времени разрыва к концу или началу ночи действие его постепенно ослабляется, и при присоединении дополнительного часа освещения к основному световому периоду совершенно исчезает, так как длина дня 7,5 час. все еще меньше критической (рис. 3). Световые разрывы короче 1 часа (были исследованы 15- и 30-минутные разрывы) не вызывают падения пропускания, что также характерно для длиннодневных реакций⁽⁶⁾.

Признаком фотопериодической реакции является также необратимость связанных с ней физиологических процессов⁽⁷⁾. На рис. 4 показано изменение пропускания для нескольких растений, которые после периода непрерывного освещения разной длительности были переведены в условия короткого дня. Из рис. 4 видно, что чем позже начато воздействие корот-

ким днем, тем меньше вызываемый им рост пропускания. Если же пропускание листа на непрерывном освещении уже достигло нуля (в наших условиях к 14 дню), увеличить его какими-либо световыми воздействиями не удастся. Таким образом, падение пропускания на непрерывном освещении является необратимым. В то же время увеличение пропускания, наблюдающееся при воздействии коротким днем, оказывается обратимым. Во всех опытах любое увеличение пропускания снималось, если лист помещался в условия непрерывного освещения достаточно высокой интенсивности.

Рис. 3. Зависимость относительного пропускания от времени опыта в условиях короткого дня (6,5 час. света + 17,5 час. темноты) со световыми разрывами темноты длительностью в 1 час. Цифры у кривых соответствуют времени от начала ночи до момента разрыва (в часах). Контроль — растения на режиме 7,5 час. света + 16,5 час. темноты



Для проверки локализации в листе обнаруженных изменений спектров одна половина листа помещалась в условия непрерывного освещения высокой интенсивности, а другая подвергалась воздействию коротким днем. Оказалось, что спектр каждой из них ведет себя так же, как спектр целого листа в данных условиях: пропускание половины листа, находившейся на непрерывном освещении, падало, а на коротком дне — возрастало.

Совокупность полученных результатов позволяет заключить, что падение пропускания листа до нуля по всему спектру (от 230 до 340 м μ), в течение опыта можно рассматривать как длиннодневную фотопериодическую реакцию. Она характеризуется наличием критической длины дня, зависящей от интенсивности освещения, чувствительностью к световым разрывам темнового периода, необратимостью и локализацией в том месте листа, которое подвергается данному световому воздействию. Аналогичное падение

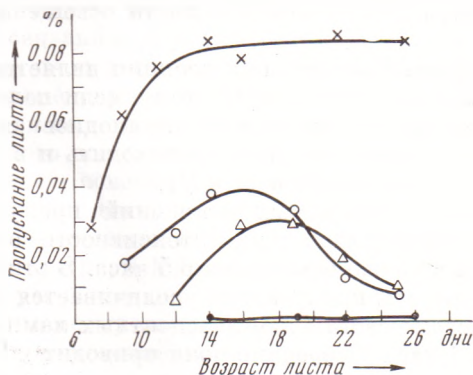


Рис. 4. Изменение пропускания листа при его росте в условиях короткого дня после непрерывного освещения. Начальные точки кривых соответствуют началу воздействия коротким днем, разные кривые — данные по разным растениям

пропускания листьев в ультрафиолете под действием непрерывного освещения высокой интенсивности установлено и для других исследованных видов растений (дурнишник, огурец, фасоль) (3).

Падение пропускания листа может быть связано либо с накоплением веществ, поглощающих в рассматриваемой области спектра, либо с накоплением веществ, не поглощающих в ультрафиолете, но образующих структуры, соответствующим образом рассеивающие свет.

В настоящее время наиболее вероятной реакцией, отвечающей за обнаруженные изменения в спектрах пропускания листьев, представляется лигнификация клеток. Имеющиеся в литературе данные по изучению механизма образования лигнина (8) показывают, что индукция образования

лигнина⁽⁸⁾ показывают, что индукция образования лигнина требует фермента фенилаланин-аммоний-лиазы, активность которой регулируется светом через фитохром⁽⁹⁻¹²⁾. Таким образом, процесс лигнификации клеток может зависеть от фотопериодических условий выращивания. Непосредственная проверка сделанного предположения будет проведена в ближайшее время.

Агрофизический научно-исследовательский институт
Академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина
Ленинград

Поступило
12 II 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ O. Shibata, Kinoshita, J. Fac. Liber. arts and Sci. Shinshu Univ., 2, № 10, 7 (1960). ² C. M. Leach, L. I. Trime, Plant Physiol., 40, № 5, 808 (1965). ³ С. Л. Пумпянская, Т. М. Радомысльская, Сборн. тр. по агрономической физике, в. 15, Л., 1968, стр. 172. ⁴ Т. М. Радомысльская, Сборн. тр. по агрономической физике, в. 21, 118, Л., 1970. ⁵ Р. ван-дер-Вин, Г. Мейер, Свет и рост растений, 1962. ⁶ L. T. Evans, H. A. Borthwick, S. B. Hendricks, Austr. J. Biol. Sci., 18, 745 (1965). ⁷ Б. С. Мошков, Фотопериодизм растений, Л.—М., 1961. ⁸ S. J. Stohs, M. M. El-Olemy, J. Steroid Biochem., 2, № 4, 293 (1971). ⁹ H. Scherf, M. H. Zenk, Zs. Pflanzenphysiol., 56, 203 (1967). ¹⁰ H. Mohr, C. Huault et al., Planta, 83, № 3, 267 (1968). ¹¹ E. Bellini, M. Van Roucke, Planta, 93, № 1, 60 (1970). ¹² C. Huault, D. Klein-Ende et al., C. R., D273, № 8, 745 (1971).