

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. М. КАТУНСКИЙ

**О ЗАВИСИМОСТИ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА**

*(Представлено академиком А. А. Рихтером 27 IV 1937)*

Вопросу о значении спектрального состава света для развития репродуктивных органов и фотопериодической реакции растений в частности посвящено множество работ, но все они имеют преимущественно эмпирический характер и весьма далеки от возможности установления каких бы то ни было общих закономерностей. Более того, данные этих работ и в особенности выводы, сделанные на их основании, весьма противоречивы.

Так например, Попп (1) нашел, что исключение сине-фиолетовой части спектра задерживает цветение ряда растений (табак, гречиха, подсолнечник, томаты и др.). Наоборот, Вольни (2) и Клебс (3) показали, что на синем свете цветочные зачатки не закладываются и что для их заложения необходим красный свет.

Разумов (4) в своей весьма обстоятельной работе приходит к следующему заключению: «длинноволновые лучи, преимущественно красные, в процессе репродукции растений как длинного, так и короткого дня, воспринимаются, как свет. Коротковолновые лучи, как то: зеленые, синие и фиолетовые, как в отдельности, так и вместе взятые, на процесс репродукции действуют, как темнота». Наоборот, Висроу и Библь (5) удалось получить значительное ускорение цветения у длиннодневных растений (астры, подсолнечник) при помощи дополнительного освещения (к короткому дню) синим светом.

Большинство исследователей вопроса о значении спектрального состава света для его формообразующего действия на растение исходило из представления о существовании специфически действующих на развитие растений участков спектра, причем одни указывали в качестве таковых коротковолновые лучи (Закс, Смит, Попп и др.), другие длинноволновые (Клебс, Оден, Роденбург, Разумов, Висроу и Библь и др.).

Соответственно теоретической предпосылке о наличии специфически действующих участков спектра при исследовании влияния «качественного состава» света на развитие растений большинством авторов не обеспечивался в их экспериментах сколько-нибудь точный количественный учет лучистой энергии. Большинство авторов работало со светом весьма сомнительной монохроматичности и, что самое существенное, при весьма низких значениях напряженности монохроматического освещения.

Настоящая работа была предпринята с целью проверить, насколько в действительности различается фотопериодическое действие отдельных участков спектра видимого света, при условии их энергетической эквивалентности и достаточно больших значений напряженности монохроматического освещения.

Для этой цели были поставлены опыты по влиянию дополнительного монохроматического освещения на фотопериодическую реакцию растений короткого и длинного дня. Схема для опытов была выбрана следующая: все варианты опыта, включая контроль, получали в качестве основного светового фона 12-часовое освещение от электрических ламп накаливания 189.10<sup>3</sup> эргов в 1 сек. на 1 см<sup>2</sup>. Все варианты опыта (за исключением контроля) получали еще по 6 час. дополнительного монохроматического освещения 365—375.10<sup>2</sup> эргов в 1 сек. на 1 см<sup>2</sup>. Монохроматический свет получался при помощи следующих жидких светофильтров:

1. Красный—*K* 62 (630—750 мμ).
2. Оранжево-желтый—*M* 58 (540—650 мμ).
3. Зеленый—*M* 53 (500—560 мμ).
4. Синий—*M* 44 (380—500 мμ).

Источником света для получения монохроматического освещения служили также электрические лампы накаливания.

Опыт был проведен в камерах искусственного климата (люминоста-тах) вегетационным методом при 6-кратной повторности. Температура в течение всего опыта поддерживалась постоянная (днем и ночью) 23—25°. Для опыта были использованы следующие растения:

а) Группа короткого дня: просо (Афганское), просо (Тулунское), конопля (Милан), соя (Харбинская).

б) Группа длинного дня: фасоль Золотая гора, фасоль Триумф, горох Бисмарк, горох Аляска.

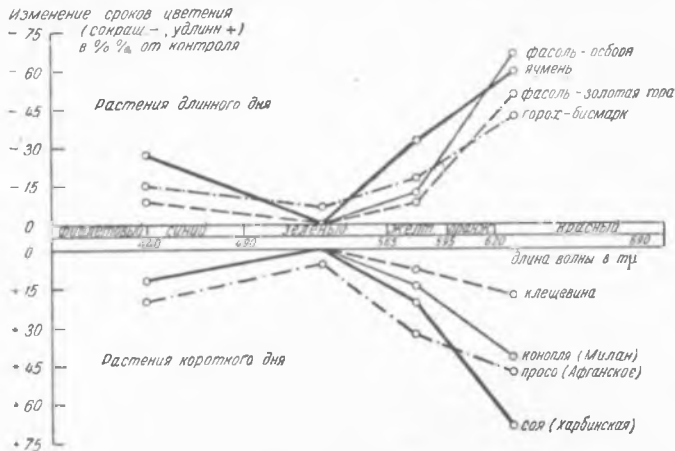
Зависимость фотопериодической реакции растений от спектрального состава света

Спектральный состав дополнит. освещения (6 час.)	Общий вес сухого вещества на 1 раст. в г	Высота растений в см	Число листьев	Время до цветения в днях
<b>Фасоль Золотая гора</b>				
Красный <i>K</i> 62 (630—750 мμ) . . . . .	3.5	24.1	15	27
Оранжево-желтый <i>M</i> 58 (540—650 мμ) . . . . .	3.0	19.9	13	48
Зеленый <i>M</i> 53 (500—560 мμ) . . . . .	1.3	13.1	8	53
Синий <i>M</i> 44 (380—500 мμ) . . . . .	3.3	15.7	13	48
Контроль—короткий день 12 час.	1.2	13.2	7	53
<b>Соя (Харбинская)</b>				
Красный <i>K</i> 62 (630—750 мμ) . . . . .	3.8	42.1	10	72
Оранжево-желтый <i>M</i> 58 (540—650 мμ) . . . . .	3.1	37.2	11	57
Зеленый <i>M</i> 53 (500—560 мμ) . . . . .	2.5	35.0	12	29
Синий <i>M</i> 44 (380—500 мμ) . . . . .	3.3	28.5	15	63
Контроль—короткий день—12 час.	2.7	35.8	11	29

Результаты опыта изображены графически на фигуре и в таблице, где показана зависимость сроков цветения растений короткого и длинного дня от спектрального состава света дополнительного освещения.

Из рассмотрения приведенных данных видно, что максимальный фото-периодический эффект (ускорение цветения у длиннодневных и, наоборот, замедление цветения у короткодневных растений) дают красные лучи.

Минимальный или 0-эффект дают зеленые лучи. Синий свет для большинства опытных растений дал вполне определенный фотопериодический эффект, совершенно аналогичный вызываемому красным светом, но только не столь интенсивный, как для последнего. Таким образом видно, что раз-



личие в действии синих и красных лучей в фотопериодической реакции является чисто количественным. Оранжево-желтые лучи обнаружили значительный фотопериодический эффект, приближающий их по интенсивности вызываемой ими реакции к наиболее активным красным лучам.

Важно отметить, что синие лучи в нашем исследовании не обнаружили никакого тормозящего цветение действия по сравнению с контролем (короткий день).

Параллелизм в формативном действии красного и синего света можно также проследить по данным, приведенным на фигуре и в таблице, из рассмотрения которых видно, что и здесь наблюдаемое различие имеет в основном количественный характер.

Признав, что фотопериодическое действие света различного спектрального состава различается в основном лишь количественно, нельзя не обратить внимания на поразительное сходство, которое обнаруживается между фотосинтезом и фотопериодической реакцией в их зависимости от спектрального состава света. В самом деле, как для фотосинтеза, так и для фотопериодической реакции, относительная эффективность действия отдельных участков спектра определяется прежде всего степенью поглощения их света (определенной цветности) зеленым листом растения. Фотопериодическое действие света различного спектрального состава обнаруживает в наших опытах очевидную зависимость от оптических свойств листа и хорошо коррелирует со спектрами поглощения хлорофилла.

Максимальный фотопериодический эффект вызывает свет тех участков спектра, на которые приходится основные полосы поглощения в спектре хлорофилла.

Характерно, что, так же, как и для фотосинтеза, действие синего света не вполне пропорционально его поглощению, именно всегда меньше, чем для эквивалентных количеств энергии (поглощаемой) красного света. Установленная нами зависимость фотопериодического действия света

различного спектрального состава от оптических свойств зеленого листа представляет большой интерес с точки зрения последних работ, посвященных вопросу об органах фотопериодического восприятия.

Работами Чайлахяна (6), Мошкова (7) и Любименко (8) установлено, что органом фотопериодического восприятия растений является зеленый лист, и поэтому естественно, что оптические свойства последнего должны играть большую роль в механизме фотопериодической реакции.

Чрезвычайно большой интерес представляет также работа Мельникова (9) (1936), в которой автору удалось обнаружить замечательную связь интимнейших процессов развития растительного организма (заложение зачаточного колоса) с образованием и наличием в эмбриональных клетках точек роста злаков зеленого пигмента растений—хлорофилла.

Таким образом в настоящее время накопился ряд данных, которые с необходимостью вызывают мысль о том, что роль хлорофилла, этого «наиболее интересного из всех органических веществ соединения» (Дарвин), далеко не исчерпывается его участием в процессе фотосинтеза, но распространяется и на область явлений индивидуального развития растительного организма. Физиология растений в настоящее время делает еще один шаг к познанию единства процессов синтеза органического вещества, обмена веществ и явлений антогенеза растительного организма.

Изложенные в настоящей работе экспериментальные данные позволяют сделать следующее заключение:

1. Фотопериодический эффект обуславливается всеми участками спектра видимого света (от 290 до 800 мμ), но в различной степени; именно: наибольший эффект вызывают красные лучи, значительно меньший синие и наконец незначительную реакцию могут вызывать зеленые лучи.

Желто-оранжевый свет занимает промежуточное положение между красными и синими лучами по интенсивности вызываемого ими фотопериодического эффекта (ближе к первым).

2. Относительная эффективность фотопериодического действия различных по длине волны участков спектра находится в прямой зависимости от степени их поглощения зеленым листом растения.

Максимумам фотопериодического действия в красном и синем свете соответствуют основные (характеристичные) полосы поглощения в спектре зеленого листа, которые приходятся как-раз на эти части спектра видимого света. Минимум фотопериодического действия приходится на зеленую часть спектра, наименее поглощаемую зеленым листом.

3. Все выше изложенное в равной мере справедливо для растений как длинного, так и короткого дня, так как какого-либо специфического различия в отношении к свету различного спектрального состава для этих групп растений установить не удалось. Можно только отметить, что южные формы растений как короткого, так и длинного дня оказались сравнительно более чувствительными к синему свету, чем растения северного происхождения (что уже ранее отмечалось Разумовым).

Институт физиологии растений.  
Академия Наук СССР.

Поступило  
27 IV 1937.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. Рорр. Amer. Journ. Bot., **13**, 706 (1926); Bot. Gaz., **82**, 306 (1926).  
<sup>2</sup> Wollny, Forschungen auf d. Gebiete Agrikult. Physik, XVII, 317 (1894).  
<sup>3</sup> G. Klebs, Flora, **111/112**, 128 (1918). <sup>4</sup> В. И. Разумов, Тр. по прикл. бот., ген. и сел., серия 111, № 3 (1933). <sup>5</sup> Withrow a. Biebel, Plant Physiology, **11**, 4 (1936). <sup>6</sup> М. Х. Чайлахян, ДАН, **111**, № 2, 9 (1936). <sup>7</sup> Мошков, Соц. растениеводство, **17**, (1936). <sup>8</sup> В. Н. Любименко, ДАН, XIV, № 3 (1937). <sup>9</sup> Мельников, Соц. растениеводство, **17** (1936).