

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Б. С. МОШКОВ

**ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СПЕКТРА  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ РОСТА  
И РАЗВИТИЯ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 6 I 1950)

За последние годы в лаборатории светофизиологии Физико-агрономического института накопилось значительное количество экспериментального материала, показывающего, что некоторые общераспространенные представления о значении отдельных участков видимой области спектра лучистой энергии в жизнедеятельности растений не во всех случаях отвечают действительности. Известно, что еще со времени первых работ К. А. Тимирязева, показавших преимущественное значение красно-оранжевой радиации для разложения  $\text{CO}_2$  растениями, принято считать, что эта часть спектра способствует, главным образом, накоплению растением органического вещества. Известно также, что некоторые исследователи — одни только для длиннодневных видов, а другие для всех растений вообще — связывали ускорение перехода от роста к репродукции также с действием на них красно-оранжевой области спектра лучистой энергии.

Что касается сине-фиолетового излучения, то с ним, помимо фотосинтетической деятельности, связано представление о внешних формах, характерных для каждого растительного вида, находящегося в нормальных природных условиях. Отсюда все отклонение от привычных внешних признаков, наблюдавшихся при выращивании растений на электрическом освещении (лампы накаливания), и приписываются, главным образом, недостатку в нем сине-фиолетовой радиации, имеющей будто бы специфические формообразовательные функции.

Наконец, стало ходячим положение о том, что зеленый цвет растений свидетельствует о полной непригодности для их выращивания лучистой энергии, лежащей в области желто-зеленых участков спектра. Это же положение вытекает из спектральных характеристик вытяжек хлорофилла. Все эти привычные положения, как это ни странно, не находят подтверждения в наших опытах выращивания растений в условиях облучения их только определенными, относительно монохроматическими, участками видимой радиации.

Прежде всего следует подчеркнуть, что наши эксперименты в данном направлении отличаются тем, что мы впервые получили возможность использования таких мощностей относительно монохроматического излучения, которые позволяют испытываемым растениям нормально жить, накапливать растительную массу и даже переходить к плодоношению. Кроме того, мы, также впервые, изучая действие монохроматических участков видимого спектра лучистой энергии на растения, прежде всего заботились о выравнивании и значительном сокращении фона инфракрасной радиации, с которой раньше не считались. Красно-оран-

жевый отрезок спектра устранялся из лучистого потока мелких 22 автомобильных ламп накаливания, смонтированных в одной плоскости (на 0,25 м<sup>2</sup>), при помощи красного стеклянного фильтра и воды, находившейся на нем. Желто-зеленый и сине-фиолетовый участки спектра устранялись из лучистого потока ртутно-кварцевых ламп также при помощи соответствующих стеклянных фильтров и водных экранов. При этом для наибольшей полноты поглощения в нежелательных областях использовались двойные стеклянные фильтры. В результате, как показали спектрофотометрические наблюдения, в установках с красно-оранжевым излучением радиация находилась в пределах длины волны от 0,60 до 0,68  $\mu$ ; в установке с желто-зеленым излучением имела радиация с длиной волны в 0,55 и в 0,58  $\mu$ ;

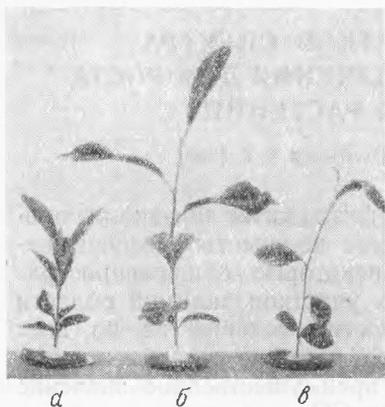


Рис. 1

в установке с сине-фиолетовым излучением основные мощности лежали в области длин волн в 0,40 и в 0,44  $\mu$ . Мощность лучистого потока в каждой соответствующей осветительной установке на уровне вершин растений устанавливалась в 18—20 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек. при помощи прибора, приемной частью которого служил пиранометр Янишевского, усовершенствованный В. Г. Кармановым. Почти точное постоянство мощности лучистых потоков во всех установках достигалось небольшими изменениями расстояний между потолком установки и вершинами растений. Небольшие размеры установок не позволяли выращивать растения больше чем в 20 см высоты. Из большой серии экспериментов, проведенных при помощи таких установок, в данном сообщении приводятся только два, так как все остальные дали вполне аналогичные результаты.

Эксперименты, проведенных при помощи таких установок, в данном сообщении приводятся только два, так как все остальные дали вполне аналогичные результаты.

Опыт 1. Сеянцы лимона через 2 недели после прорастания семян были подвергнуты выращиванию в течение 65 суток в указанных выше установках. Предварительное 2-недельное выращивание сеянцев на естественном освещении позволило отобрать из большого их числа наиболее выравненные растения. Во время опыта 9 сеянцев, по 3 в каждом варианте, выращивались в водных растворах питательных солей, находившихся в пробирках емкостью в 150 мл. Растворы менялись ежедневно.

Освещение цветным светом не прекращалось в течение всего опыта, т. е. растения получали непрерывный день. Через 50 суток после начала воздействия цветной лучистой энергией сеянцы лимона имели вид, показанный на рис. 1, где *б* обозначает растение, выращенное в установке с желто-зеленым излучением, *в* — с красно-оранжевым и *а* — в условиях освещения сине-фиолетовым участком спектра. Нетрудно заметить, что из всех растений по внешнему виду ближе всего к нормальным сеянцам лимона стоит растение, выращенное в условиях желто-зеленого излучения. Оно почти ничем не отличалось от своих ровесников, сеянцев лимона, росших в оранжерее на естественном освещении. Напротив, под воздействием сине-фиолетового излучения сеянцы лимона принимают внешний вид, напоминающий другие виды цитрусовых, в частности кинкан, как по форме листьев, так и по характеру их расположения на стебле. Сеянцы лимона, росшие в установке с красно-оранжевым излучением, несут на себе признаки, связанные с недостатком освещения.

Распустившихся листьев в день фотографирования было у растений, получивших красно-оранжевое излучение, 5, желто-зеленое излуче-

ние — 7 и сине-фиолетовое — 8. Но особенно важны данные сырого веса растений, которым мы для наибольшей объективности пользовались в течение всего опыта вместо измерений длины.

В 50-дневном возрасте средний вес растений был: на красно-оранжевом излучении 0,75 г, на желто-зеленом 2,68 г и на сине-фиолетовом излучении 1,04 г. В этот же день сырой вес семян лимона из оранжевой, после отмычки их корней от почвы, оказался равным 1,66 г. Последняя цифра показывает, что сеянцы лимона в условиях монохроматических потоков данной незначительной мощности росли совсем не плохо, что прежде всего говорит о малом «энерголобии» данного вида и именно поэтому делает результат этого опыта особенно интересным.

Трудно сомневаться в том, что сеянцы лимона в нашем опыте лучше всего использовали желто-зеленую радиацию, а наихудший результат дали в условиях красно-оранжевого освещения.

Только что описанные различия сеянцев лимона, находившихся в течение 65 суток в лучистом потоке различного спектрального состава, сохранились у них и через месяц после того, как они находились в одинаковых условиях облучения люминесцентными лампами (рис. 2).

У растения *б*, получавшего желто-зеленую радиацию, ветвление началось раньше, чем у других сеянцев. Растение *а* с сине-фиолетового излучения начало увеличивать площадь листьев, а растение *в* с красно-оранжевого излучения еще не потеряло признаков этиоляции.

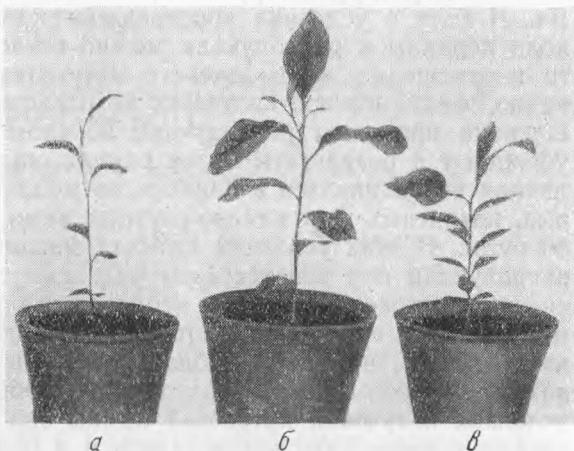


Рис. 2

Таблица 1

Вес растений периллы

Цвет излучения	Вес в г	
	сырой	сухой
Красно-оранжевый . . .	0,50	0,05
Желто-зеленый . . . .	1,40	0,11
Сине-фиолетовый . . .	1,65	0,12

новлена в 14 час. Опыт проводился в течение 35 суток, после чего растения находились еще 30 суток в условиях непрерывного освещения, создаваемого за счет интегрального лучистого потока мощных ламп накаливания. В день окончания воздействия монохроматическим светом был определен сырой вес у 2 средних растений периллы из каждого варианта, а затем и сухой вес тех же растений. Данные взвешиваний приведены в табл. 1.

Из табл. 1 можно видеть, что наименьший сырой и сухой вес имели растения периллы, выращенные на красно-оранжевом излучении. На-

Опыт 2. Перилла масличная предварительно проращивалась в сосудах с почвой на естественном освещении. В каждом сосуде (емкостью 750 г почвы) было по 2 растения. После полного разворачивания семядолей сосуды с ровными растениями (по 3 в варианте) помещались в описанные выше установки с относительно монохроматическим излучением в видимой области. Продолжительность ежесуточного освещения для периллы была уста-

большую растительную массу накопили растения, бывшие в условиях сине-фиолетовой радиации. Что касается растений, получавших желто-зеленую радиацию, то по накоплению растительной массы они лишь незначительно отличались от растений, получавших сине-фиолетовую радиацию.

Таким образом, и перилла масличная в условиях желто-зеленой радиации оказалась вполне жизнеспособной. Но наиболее интересным результатом этого опыта является переход периллы от роста к репродукции только в условиях сине-фиолетового излучения: она заложила бутоны через 30 суток после начала воздействия 14-часовым цветным днем. В двух других группах растения периллы остались вегетативными. И если в условиях красно-оранжевого излучения отсутствие перехода периллы к репродукции можно отчасти связать с плохим ростом, то в отношении желто-зеленого излучения этого сделать нельзя. Очевидно, желто-зеленое излучение не равнозначно сине-фиолетовому в отношении процессов репродукции периллы масличной. В этом же нас убеждают и результаты более ранних опытов, в которых перилла масличная выращивалась в близких по мощности лучистых потоках неоновых, натриевых и стеклянно-ртутных ламп на 14-часовом дне в течение 30 суток. В этих условиях перилла масличная скорее всего перешла к репродукции под воздействием радиации стеклянно-ртутных ламп, значительно позже в условиях неонového излучения и осталась вегетативной при воздействии лучистого потока натриевой лампы, состоящего, как известно, в видимой области лишь из одной желтой линии паров натрия. Любопытно, что за время пребывания растений периллы в условиях излучения натриевой лампы они дали мощное развитие вегетативной массы, что наблюдалось и в описанном опыте. Еще интереснее, что натриевое излучение не препятствовало нормальному переходу периллы от роста к воспроизведению, если продолжительность его была снижена до 10 час. в сутки.

Таким образом, энергопериодическая (фотопериодическая) реакция растений зависит и от спектрального состава лучистой энергии, определяющего ту или иную длительность ежесуточного освещения, обуславливающего возможность развития их. Как бы то ни было, результаты наших исследований, примером которых могут быть изложенные в этой статье опыты, приводят нас к необходимости пересмотра существующих положений о значении для жизнедеятельности растений отдельных участков спектра видимой области лучистой энергии.

Физико-агрономический институт  
Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук  
им. В. И. Ленина, Ленинград

Поступило  
31 XII 1949