

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Б. С. МОШКОВ

**ХАРАКТЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ
ТОМАТНЫМИ РАСТЕНИЯМИ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ МОЩНОСТИ ЛУЧИСТОГО ПОТОКА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
ЕЖЕСУТОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 14 III 1952)

Известно, что растения связывают лишь очень незначительную часть получаемой ими в природных условиях лучистой энергии, не превышающую 0,5—3%.

Закономерности процесса усвоения растениями лучистой энергии и, в частности, причины, определяющие коэффициент ее использования, остаются мало изученными. Последняя проблема, важная и сама по себе, приобретает исключительное практическое значение при выращивании растений полностью на электрическом освещении, поскольку в этом случае от коэффициента использования растениями лучистой энергии зависит расход электрической энергии, затрачиваемой на ее получение. Способность усвоения того или иного количества лучистой энергии определяется всей совокупностью факторов, необходимых для жизнедеятельности растений, с одной стороны, и спектральным составом, мощностью лучистого потока, продолжительностью ежесуточного периода воздействия на растения, с другой. В этой работе мы остановимся на вопросе о роли мощности лучистого потока и продолжительности ежесуточного периода воздействия.

Объектом данного исследования были томаты, сорт Пушкинский (грунтовый), селекции Пушкинских лабораторий Всесоюзного института растениеводства. Как известно, подавляющее большинство сортов томатов относится к нейтральным в фотопериодическом отношении видам, т. е. они переходят от роста к репродукции одновременно как на длинном, так и на коротком дне. Однако, как будет показано ниже, они при этом неодинаково накапливают сухую растительную массу и, что еще важнее, по-разному используют лучистую энергию в зависимости от продолжительности периода ежесуточного освещения.

Опыты руководимой автором лаборатории показали, что томаты лучше всего растут в лучистом потоке ламп накаливания, если колбы последних частично погружены в воду. В последнем случае не только изменяется спектральный состав лучистой энергии, но одновременно достигается и большая объемность освещения, а главное, облегчается возможность регулировать температурный режим растений и поддерживать его на определенном уровне.

В описываемом опыте для получения двух кратных друг другу по мощности лучистых потоков были использованы осветительные установки с полезной площадью в 0,25 м², освещаемой в одном случае де-

Таблица 1

Характер использования лучистой энергии томатными растениями в зависимости от мощности лучистого потока и продолжительности периода ежесуточного освещения при выращивании их на электрическом освещении

Варианты опыта	Электрич. мощность осветит. установки в Вт	Период ежесуточ. освещения в час.	Общая затрата эл. энергии на 1 растение в Втч	Мощность лучистого потока в Вт/м ²	Общая затрата лучистой энергии на 1 растение в Втч	Средн. вес растения в г		Колич. лучистой энергии, затрач. на 1 мг сух. вещ. в Втч	Колич. эл. энергии, затрач. на 1 мг сух. вещ. в Втч	Колич. сух. вещества, приходящегося		Коэффициент использования лучистой энергии в %
						сырой	сухой			на едн. электр. энергии, мг/Втч	на едн. энергии лучистого потока, мг/Втч	
1	900	10	14 062	400	390,6	9,72	0,62	0,630	22,681	0,044	1,587	0,74
2	900	12	16 875	400	468,8	13,53	0,90	0,520	18,750	0,053	1,920	0,89
3	900	20	28 124	400	781,2	21,32	1,97	0,397	44,276	0,070	2,522	1,17
4	900	24	33 750	400	937,6	17,05	1,27	0,738	26,575	0,037	1,354	0,63
5	1800	10	28 124	200	781,2	17,53	1,40	0,580	20,088	0,049	1,792	0,83
6	1800	12	33 750	200	937,6	17,44	1,55	0,605	21,774	0,046	1,653	0,77
7	1800	20	56 248	200	1562,4	19,70	2,20	0,679	24,456	0,041	1,472	0,69
8	1800	24	67 500	200	1875,2	18,08	1,87	1,002	36,096	0,028	0,997	0,46

вятью 100-ваттными лампами, а в другом случае таким же числом 200-ваттных ламп накаливания.

Вода в кюветах, составивших потолок осветительных установок, имела в обоих случаях температуру в 40—45°. Мощность лучистого потока около вершин растений, измеряемая пиранометром, в одном случае равнялась 100, а в другом 200 Вт/м². Продолжительность ежесуточного освещения была 10, 12, 20 и 24 часа в сутки. Температура воздуха колебалась в пределах от 22 до 25° как на свету, так и в темной камере. Томатные растения, начиная с развертывания семядолей, выращивались в питательных растворах типа Гельригеля в фаянсовых сосудах емкостью в 750 см³. Растворы половинной (от нормального) концентрации менялись через 1—2 дня. Опыт продолжался 25 суток. За это время почти все растения дали бутоны, а некоторые и зацвели. В каждом варианте было по 4 растения. Таким образом, на каждые 0,25 м² было 16 растений, или в среднем 64 растения на 1 м². В конце опыта была определена сухая растительная масса всех растений и вычислены средние затраты электрической и лучистой энергии на образование одного миллиграмма сухого вещества, а также коэффициент использования лучистой энергии. Все эти данные приводятся в табл. 1.

При рассмотрении данных табл. 1 прежде всего бросается в глаза отсутствие полной и прямой зависимости между количеством лучистой энергии, затраченной на выращивание одного растения, и образовавшегося под ее воздействием сухого растительного вещества.

Оказывается, даже такие сорта томатных растений, у которых непрерывность воздействия лучистой энергией не вызывает видимого угнетения, в этих условиях хуже накапливают растительную массу. Любопытно, что на непрерывном освещении — в варианте № 8, где растения больше всего получили лучистой энергии (1875 втч) — они скорее всего перешли к цветению, хотя и имели сухую массу меньшую, чем растения в некоторых других вариантах. Второе место по началу цветения заняли растения варианта № 7, получившие за время опыта 1562 втч лучистой энергии. За 25 суток не перешли к бутонобразованию растения первой группы, получившие лучистой энергии всего 390 втч. Растения 2-й группы, занимающие предпоследнее место по количеству полученной лучистой энергии — 469 втч, образовали только одну цветущую кисть. Во всех остальных группах за 25 суток рассада томатов образовала по 2 цветущих кисти с бутонами. Таким образом, томатные растения сорта Пушкинский тем скорее переходили к репродукции, чем больше получали за время опыта лучистой энергии, независимо от продолжительности периода ежесуточного освещения. Подобная закономерность является, очевидно, общей для всех так называемых длиннопневных видов. Они, вероятно, потому и оказываются длиннопневными, что за короткие дни, сопровождающиеся невысокими мощностями лучистой энергии, не успевают набрать необходимого для перехода от роста к репродукции количества лучистой энергии.

Коэффициент использования лучистой энергии в зависимости от мощности лучистого потока и продолжительности периода ежесуточного освещения вычислялся следующим образом: теплота сгорания сухого вещества была принята равной 4 кал на 1 мг, т. е. приравнивалась к теплоте сгорания крахмала. Полученное таким образом количество лучистой энергии, связанной растениями (в калориях), сопоставлялось с количеством лучистой энергии, затраченной на выращивание одного растения (в ватт-часах). Приводимые величины коэффициента использования лучистой энергии следует считать только приблизительными. Но для нас важны не их абсолютные, а относительные значения. Как видно из табл. 1, наблюдается определенная закономерность в изменениях коэффициента использования лучистой энергии в зависимости как от мощности лучистого потока, так и от продолжительности периода ежесуточного освещения. При меньшей мощности лучистого потока (100 втч/м^2) коэффициент использования лучистой энергии возрастает с удлинением продолжительности ежесуточного освещения от 10 до 20 час. и падает только на непрерывном освещении. При увеличении же мощности лучистого потока вдвое, т. е. до 200 втч/м^2 , коэффициент использования лучистой энергии, наоборот, уменьшался с увеличением продолжительности светлого периода суток. Одинаковым в обоих случаях осталось только наилучшее использование лучистой энергии в условиях непрерывного освещения.

Таким образом, продолжительность ежесуточного периода освещения не имеет постоянного, не зависящего от мощности лучистого потока значения для использования растениями томатов лучистой энергии. Если откинуть вариант на непрерывном освещении, непригодном для нормального роста томатов, то наилучшим окажется коэффициент использования лучистой энергии (0,74%), полученный при меньшей мощности лучистого потока и при самом коротком дне (10 час.), т. е. в варианте, в котором количество затраченной лучистой и электрической энергии было наименьшим. Очевидно, что возможен выбор одного из двух путей: 1) не удлиняя периода ежесуточного освещения, удвоить мощность лучистого потока, или 2) при неизменной мощности удвоить продолжительность ежесуточного освещения.

Оказалось, что в первом случае коэффициент использования (0,83%) увеличился только на 0,09%, тогда как во втором случае он возрос на

0,43%. Совершенно очевидно, что удвоение количества лучистой энергии, а следовательно, и затрат электроэнергии, было использовано гораздо лучше при удлинении периода ежесуточного освещения, чем при увеличении мощности лучистого потока. Мощность лучистого потока в 100 вт/м^2 , составляющая 0,1 от максимальной мощности солнечного излучения, является достаточной для данного сорта томатов; во всяком случае при ее увеличении вдвое коэффициент использования лучистой энергии снижается.

В данном опыте наилучшим сочетанием мощности лучистого потока с продолжительностью периода ежесуточного освещения оказались: 100 вт/м^2 и 20 час. в сутки при последующих 4 час. темноты (вариант № 3). В этих условиях на каждую единицу энергии лучистого потока (ваттчас) приходилось по 2,5 мг сухого вещества, а коэффициент использования лучистой энергии достигал 1,17%. Однако абсолютное количество сухого вещества в данных условиях не было наивысшим, а занимало 2-е место. Наибольшее количество сухого вещества (2,3 г) образовалось у растений варианта № 7, но на каждый ваттчас энергии лучистого потока в этом варианте приходилось только 1,5 мг сухой массы, что соответствовало значительно меньшему коэффициенту использования (0,69%). В этом случае на получение добавочных 16% сухого вещества приходилось затрачивать вдвое больше электрической энергии, чем в варианте № 3. Понятно, что для практических целей выгоднее создавать такие условия искусственного освещения, при которых на каждую единицу затраченного лучистого потока, а следовательно, и электроэнергии, будет приходиться наибольшее количество сухого вещества.

Таким образом, как мощность лучистого потока, так и продолжительность его действия на растения в течение суток и соотношение двух этих факторов определяют собою коэффициент использования растениями лучистой энергии.

Агрофизический институт
Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук
им. В. И. Ленина
Ленинград

Поступило
30 XII 1951