

В. М. ЛЕМАН

ВЫРАЩИВАНИЕ РАСТЕНИЙ БЕЗ ПОЧВЫ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

Выращивание растений без почвы при искусственном освещении с каждым годом получает все большее распространение в биологии, растениеводстве и сельском хозяйстве. Исследователи и практики не ограничиваются только естественным вегетационным сезоном (Москва 4—5 месяцев, Ереван 6—7 месяцев). Физиологи, биохимики, селекционеры, а также овощеводы и цветоводы выращивают в течение года несколько ротаций растений в теплицах или специальных камерах без естественного света. Однако, обеспечив создание нужных режимов корневого питания, температуры и влаги, мы не можем получить нормальных растений, пока не обеспечим им требуемого светового режима (периода). Ни на севере, ни на юге нашей страны естественный свет в зимние месяцы не позволяет вырастить растение от семени до семени. В лаборатории искусственного климата Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, руководимой проф. И. И. Гунаром, уже много лет выращивают различные сельскохозяйственные растения до плодоношения на питательных смесях при искусственном освещении. В большинстве случаев используются стандартные смеси Кнопа, Хогланда или Гельригеля. В последнее время мы стали выращивать растения методом гравийных культур, о чем будет сказано ниже.

Основным источником искусственного освещения являются люминесцентные лампы. Несмотря на некоторые недостатки (малая мощность и нехватка длинноволнового света), они позволяют практически выращивать любые растения в любое время года. Теперь эти лампы широко применяются не только в исследовательских организациях, но и в совхозах и колхозах средней и северной части Советского Союза для получения в течение всего года томатов, огурцов и других свежих овощей.

В отдельных случаях для обогащения правой части спектра, к ним добавляют свет ламп накаливания. Однако интенсивность последнего не должна превышать $\frac{1}{5}$ (Леман, 1955), а то и $\frac{1}{10}$ (Went, 1957) интенсивности, излучаемой люминесцентными трубками. В противном случае неблагоприятное изменение спектрального состава света и повышение температуры воздуха вызывают нарушение естественного прохождения фаз развития и морфогенеза растений.

Менее известно, что хорошим источником освещения растений являются лампы ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные). Созданные на том же физическом принципе, что и люминесцентные трубки (ультра-

фиолетовое излучение—люминофоры), но в другом инженерном исполнении, они обладают большей единичной мощностью (250—1000 вт) и, соответственно, более мощным световым потоком.

Впервые эти лампы были проверены для целей растениеводства в ТСХА (1959), (Леман, 1960, 1961) и в Агрофизическом институте ВАСХНИЛ. При стационарном подвесе на расстоянии 30—40 см от верхушки растений они дают весьма положительные результаты. При этом интенсивность фотосинтеза накопления органического вещества, образования пигментов и других физиологических процессов выше, чем под люминесцентными трубками.

Таблица 1

Интенсивность физиологических процессов у растений, выращиваемых под люминесцентными лампами разных типов

Тип ламп	Удельная мощность вт/м ²	Фотосинтез, мг СО ₂ /дм ² час		Дыхание, мг СО ₂ /дм ² час		Хлорофилл, мг/дм ²	
		Томаты	Огурцы	Томаты	Огурцы	Томаты	Огурцы
ДС	900	11,8	11,7	2,98	3,19	8,0	5,7
ДРЛ	460	20,8	12,8	4,11	2,84	7,4	5,5

Из приведенных данных видно, что у томатов интенсивность фотосинтеза и дыхания значительно выше под лампами ДРЛ.

У огурцов фотосинтез и дыхание под обоими типами ламп примерно одинаковы.

По накоплению хлорофилла несколько превосходят растения, выращенные под лампами ДС.

Необходимо отметить также более высокую продуктивность использования электроэнергии под лампами ДРЛ.

При затрате 1 квт/часа электроэнергии отмечено следующее накопление сухого органического вещества (в граммах):

	Томаты	Огурцы
ДРЛ	1,035	0,754
ДС	0,574	0,338

В тепличных хозяйствах Подмосквья одна лампа ДРЛ в 500 вт заменяет 10—12 люминесцентных трубок в 30 вт. Применение ламп ДРЛ упрощает монтаж осветительных установок, уменьшает их вес и затраты на оборудование. Кроме того, лампы ДРЛ меньше загораживают естественный свет и не мешают агротехническому уходу за растениями. В колхозных теплицах они применяются как при стационарном подвесе, так и непрерывном челночном движении над растениями. Весьма эффективен также свободный подвес ламп на тросе, натянутом над растениями. Это позволяет периодически передвигать лампы, по усмотрению агронома, к более слабым растениям.

Принципиально новым источником искусственного освещения рас-

тений являются луговые ксеноновые лампы (Леман, 1961, Леман и Фангалов, 1961, 1963). Их отличительной особенностью является мощный лучистый поток (~ 200.000 люмен, освещенность до 100.000 лк) с непрерывным распределением энергии по всей оптической части спектра (рис. 1).

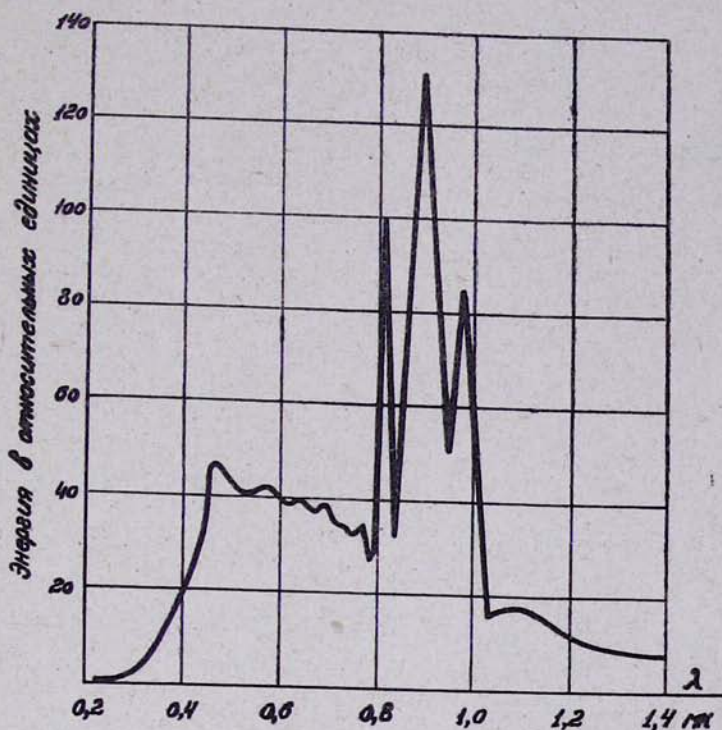


Рис. 1. Кривая распределения спектра ксеноновой лампы.

В видимой области спектр ксеноновой лампы почти не отличается от солнечного. Вместе с тем эта лампа имеет вредное для растений излучение в коротком ультрафиолете (>300 м μ) и в инфракрасной области (<800 м μ). Поэтому лампы надо помещать в стеклянный чехол и снимать излишнее тепло (вода, вентиляция).

Наши исследования в 1959—1963 гг. показали полную возможность выращивания до плодоношения в камере без естественного света кукурузы, томатов, пшеницы, фасоли и других сельскохозяйственных культур. При этом по внешнему виду растения не отличались от выращиваемых в теплице летом (рис. 2), а вегетационный период у ряда культур был несколько короче естественного. Так, зрелые початки кукурузы Минесоты 13 экстра были получены через 91 день. Томаты сорта Пушкинский дали зрелые плоды через 58 дней после всходов. Средний урожай с куста, выращенного на питательной смеси Кюпа, равнялся 730 г. На 1 кг плодов было затрачено около 150 квт/часов электроэнергии. При достаточно высоком подвесе одна ксеноновая лампа на 6 квт позволяет вырастить в темной камере томатную рассаду на площади в 10 м 2 , а в теплице (Москва, в январе—феврале) при применении нескольких ламп

на площади в 20 м². Успешное выращивание растений под этими лампами объясняется высокой интенсивностью фотосинтеза (в среднем 38 мг/дм²час) при относительно слабом дыхании (3,0 мг/дм²час).



Рис. 2. Кукуруза Миннесота 13 экстра. Слева направо: естественный свет, ксеноновая лампа.

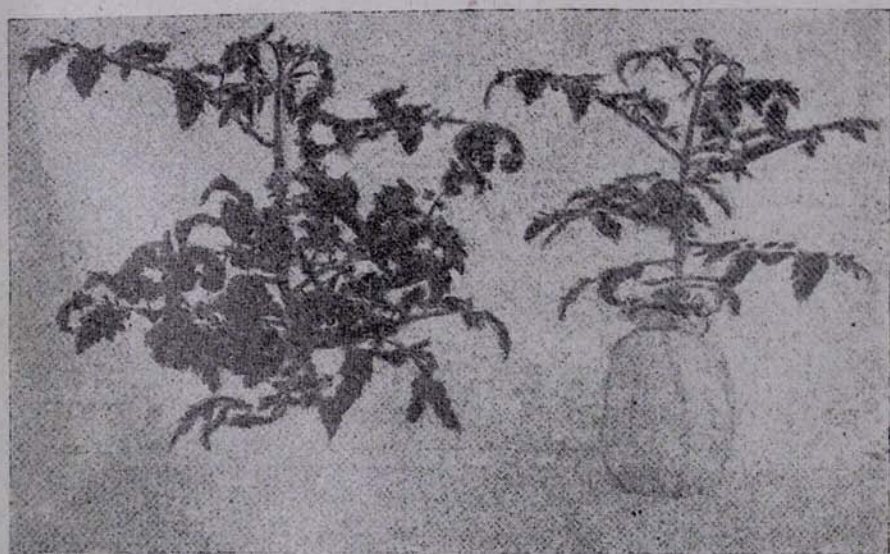


Рис. 3. Томаты „Лучший из всех“, выращенные под люминесцентными лампами. Слева направо: гравийная культура, водная культура.

Успешное выращивание различных растений при искусственном свете (особенно под ксеноновой лампой) в водных питательных смесях за-

ставило предположить, что дальнейший рост растений и больший урожай лимитируется не световым режимом, а корневым питанием. Чтобы проверить это предположение, был поставлен опыт по выращиванию некоторых сельскохозяйственных культур методом гравийных культур под люминесцентными лампами. В сосудах Митчерлиха, наполненных гранитным гравием, выращивались томаты («Лучший из всех»), огурцы («Неросимые») и китайская капуста («Хибинская»). Питательным раствором служила 1,0 н. смесь Хогланда, которая шесть раз в сутки поступала в сосуды через донные отверстия. В каждый сосуд поступало по 2,5 литра смеси. Контролем служили растения, выращиваемые в трехлитровых сосудах с 2,5 л 1,0н. смеси Хогланда, которая полностью сменялась два раза в неделю.

Во всех случаях наибольший рост наблюдался в варианте с гравием (табл. 2).

Таблица 2

Рост растений на смеси Хогланда в водной и гравийной культурах

Показатели роста	Томаты (60 дней)		Огурцы (50 дней)		Капуста (30 дней)	
	гравий- ная	водная	гравий- ная	водная	гравий- ная	водная
Высота в см	60	70	107	76	41	30
Число листьев	21	19	17	13	28	20
Площадь листьев в см ²	4883	4180	6733	6456	4268	1601
Вес сырой в г	553	331	652	398	469	105
Вес сухой в г	56	33	47	31	21	7
Образование сухого вещества в мг/сутки	933	546	942	620	700	233

Приведенные выше данные позволяют заключить, что при искусственном освещении в водной, а тем более в гравийной культуре можно вырастить любые растения, в любом месте и в любое время года.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Леман В. М. и Чечаева Л. Л. Доклады ТСХА; 1960, в. 53.
2. Леман В. М. и Китаев С. И. Там же, 1961, в. 71.
3. Леман В. М. и Фанталов О. С. ДАН, 1961, т. 141, № 4.
4. Леман В. М. Курс светокультуры растений, 1961.
5. Леман В. М. и Фанталов О. С. Ксеноновая лампа—новый источник света в растениеводстве. Вести. с.-х. наук, 1963, № 7.