

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик Н. А. МАКСИМОВ и А. Ф. КЛЕШНИН

**ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ КАК ИСТОЧНИК РАДИАЦИИ  
ДЛЯ СВЕТОКУЛЬТУРЫ РАСТЕНИЙ**

Несмотря на то, что светокультура растений, т. е. выращивание их с помощью искусственного света, имеет более чем 85-летнюю давность, она до сих пор еще не нашла достаточного применения в сельскохозяйственной практике. Причинами этого является сравнительная дороговизна света высокой интенсивности, необходимой для нормального развития растений, и отсутствие подходящих по спектральному составу

Таблица 1

Распределение энергии в белых люминесцентных лампах  
и лампах накаливания

Источники света	Интенсивность различных областей спектра в процентах от физиологической радиации (400—700 мμ)		
	400—490 мμ	490—575 мμ	575—700 мμ
Лампы накаливания . . . . .	11	24	65
Люминесцентные лампы белые („Orion“) . .	17	30	53
Прямой солнечный свет в полуденные часы	25	22	58

источников излучения. Ни лампы накаливания, ни газосветные трубки не дают света, вполне отвечающего потребностям растений (1).

Значительно более перспективны в этом отношении люминесцентные лампы (2), дающие в видимой части излучения спектр, близкий к спектру естественной солнечной радиации. Однако исследований по применению этого типа ламп для выращивания растений почти не имеется (3). Настоящее исследование, проведенное на протяжении зимних месяцев 1947 г., имело своей задачей восполнить этот пробел. Приводим некоторые важнейшие из полученных нами результатов.

Объектами для опытов служили растения 15 различных видов. Растения выращивались в специальных камерах при полном исключении естественного дневного света. Одна камера была оборудована 15 белыми люминесцентными лампами „Orion“ мощностью 30 W каждая (общая мощность 450 W на 1 м<sup>2</sup>), размещенными на высоте 25 см от растений, на одинаковом расстоянии (2,5 см) друг от друга. В другой камере (контроль) в качестве источников света служили 12 обычных ламп накаливания в 200 W (общая мощность 2400 W на 1 м<sup>2</sup>), находившихся на высоте 40 см от растений. Для устранения инфракрасной радиации

лампы накаливания погружались в стеклянную кювету с проточной водой. Лампы горели круглосуточно, причем люминесцентные лампы расходовали около 12 kWh, а лампы накаливания — свыше 50 kWh в сутки. Освещенность в обеих камерах равнялась 8000—10 000 люксов.

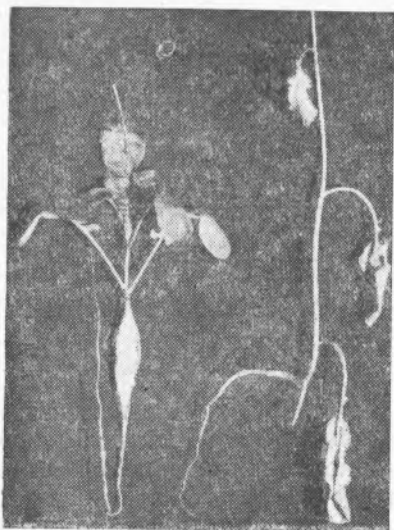


Рис. 1. Редис „Ледяная сосулька“. Слева — под люминесцентными лампами (нормальное образование корнеплода), справа — под лампами накаливания (корнеплода не образовалось вовсе).  
Всходы 14 II, фото 11 III

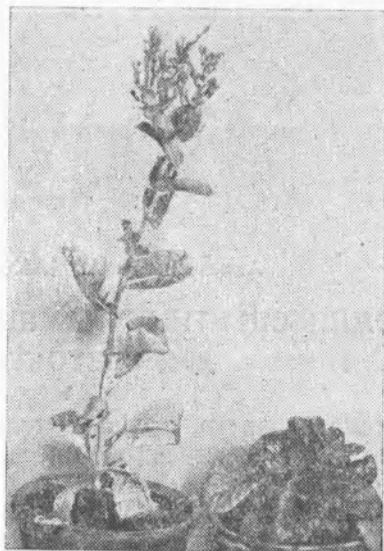


Рис. 2. Салат. Слева — под лампами накаливания (растения зацветают), справа — под люминесцентными лампами (вегетативный рост, образование кочана).  
Всходы 17 II, фото 11 III

Спектральная характеристика обоих вариантов дается в табл. 1. Данные табл. 1 показывают, что лампы накаливания давали относительно больше желто-красных лучей (575—700 мμ), а люминесцентные — сине-фиолетовых (400—490 мμ) и зеленых (490—575 мμ). Если

Таблица 2

Рост растений под влиянием люминесцентных ламп (л.л.) и ламп накаливания (л.н.)

Показатели	Редис „Ледяная сосулька“		Горчица белая		Шпинат		Огурцы „Вязниковские“	
	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.
Повторность . . . . .	5	5	2	2	5	5	2	2
Число дней от всходов до:								
стрелкования . . . . .	22	0**	—	—	15	16	—	—
бутонизации . . . . .	26	20	15	10	14	17	20	21
цветения . . . . .	35	26	34	16	19	20	39 (31)*	51 (37)*
Число узлов до цветения . . . . .	13	8	13	9	10	13	2 (2)*	11 (8)*

\* Цифры в скобках относятся к мужским, вне скобок — к женским цветам.  
\*\* Растения сразу дают стрелку, не образуя розетки.

в лампах накаливания отношение сине-фиолетовых лучей к оранжево-красным лучам равнялось 1:6, то в люминесцентных лампах оно достигало 1:3.

Растения выращивались в глиняных сосудах (13×13 см), наполненных смесью перегноя с песком. Полив производился ежедневно по объему. Температура колебалась в пределах 25—30°С. Под лампами накаливания, несмотря на водяной экран, она была несколько выше (на 1—2°). Результаты опытов представлены на рис. 1—3 и в табл. 2—3.

Как видно из табл. 2, растения по их реакции на свет различных ламп могут быть разделены на две группы. Одна, содержащая такие растения, как салат, горчица и редис, ускоряет свое развитие под влиянием более высокого соотношения между красными и синими лучами (лампы накаливания); другая — огурцы, патиссоны и, отчасти, шпинат — быстрее развивается при обогащении сине-фиолетовыми лучами (люминесцентные лампы). Этот факт находится в соответствии с литературными данными, полученными в несколько иных условиях эксперимента (4, 5). При этом интересно отметить, что большая часть растений (кроме шпината) ведет себя на непрерывном круглосуточном освещении белыми люминесцентными лампами как на коротком дне: именно, длиннодневные растения — салат, горчица и редис — задерживают свой переход к репродукции, а огурцы и патиссоны — растения короткого дня — ускоряют. Этот факт, по нашему мнению, заслуживает большого внимания и заставляет по-новому подходить к самому понятию фотопериодизма. Он показывает, что скорость перехода от вегетативного роста к репродукции зависит не только от соотношения между числом светлых и темных часов, но и от соотношения между более длинноволновыми и более коротковолновыми участками видимой части спектра.

Особенно интересно поведение редиса и салата. Под лампой накаливания первый совсем не образует корневого утолщения (рис. 1), а второй — кочана (рис. 2), и оба растения сразу же после всходов вытягиваются в стрелку. Под влиянием люминесцентных ламп происходит нормальное образование как листовой розетки (кочана — у салата), так и корнеплода (у редиса). Большой интерес представляет также поведение огурцов. При воздействии света люминесцентных ламп заложение женских цветов происходит у второго узла, а под влиянием света ламп накаливания — у 11-го узла. Свет люминесцентных ламп выступает здесь как фактор феминизации растений.

Как показывают промеры (а также фото), все растения, облучавшиеся люминесцентными лампами, имеют более нормальный облик. Растения приземистее, с более короткими междоузлиями (см. табл. 3), большими поперечными сечениями стебля, лучшим развитием листьев (см. табл. 3) и более интенсивной зеленой окраской. Растения под лампами накаливания по общему виду напоминают этиолированные растения (рис. 3),

Подводя общий итог проведенным нами опытам, можно прежде

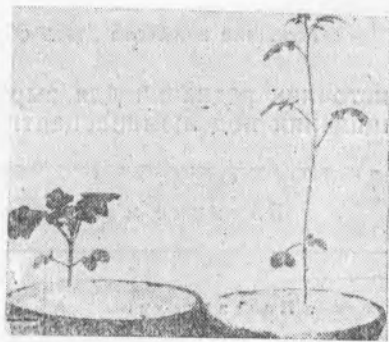


Рис. 3. Горчица. Слева — под люминесцентными лампами (мощные приземистые растения с крупными листьями и толстым стеблем), справа — под лампами накаливания (растения бутонизируют, листья мелкие, междоузлия вытянутые, стебель тонкий).

Всходы 25 II, фото 8 IV

всего отметить, что люминесцентные лампы, требующие значительно меньше электроэнергии, чем лампы накаливания, и обуславливающие более нормальное развитие растений, представляют собой прекрасный

Таблица 3

Влияние источников света на высоту растений

Показатели	Редис „Ледяная сосулька“		Огурцы „Вязниковские“		Шпинат		Сеянцы дуба (2 прироста)		<i>Kalanchoe</i> sp.	
	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.	л.л.	л.н.
Число узлов . . . . .	13	8	6	9	10	13	—	—	—	—
Средняя длина междоузлия в см	2,8	3,5	1,0	1,4	1,6	1,8	0,7	1,2	0,8	0,7
Общая длина стебля в см . . . . .	36,4*	28,0*	6,0	12,6	16,0	23	18,0	28,7	—	—

\* Различие в высоте здесь обусловлено числом узлов и длиной соцветий.

источник радиации для выращивания растений. Кроме того, при выращивании под люминесцентными лампами в условиях круглосуточного

Таблица 4

Влияние источников света на развитие листьев

Показатели	<i>Kalanchoe</i> sp.		Сеянцы дуба		Огурцы „Вязниковские“		Горчица	
	л. л.	л. н.	л. л.	л. н.	л. л.	л. н.	л. л.	л. н.
Длина листа (см) . . . . .	4,1	3,7	9,8	6,5	4,8	3,7	5,8	3,7
Ширина листа (см) . . . . .	3,3	3,0	6,3	3,3	5,0	4,4	4,1	2,6
Отношение ширины к длине	0,81	0,79	0,65	0,50	1,04	1,19	0,71	0,70
Произведение ширины на длину . . . . .	13,7	11,4	61,2	21,8	24,0	16,3	24,0	9,6
Общая листовая поверхность растения (см <sup>2</sup> ) . . . . .	82,0	67,3	—	—	156,0	155,0	312,0	86,5

освещения многие растения ведут себя как на более коротком дне, что также способствует их более нормальному общему виду.

В заключение выражаем свою искреннюю признательность академику С. И. Вавилову за его интерес к нашей работе и помощь в получении люминесцентных ламп и проф. М. А. Константиновой-Шлезингер и проф. Л. А. Тумерману за консультацию при их установке и работе с ними.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева  
Академии Наук СССР

Поступило  
13 V 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Н. А. Максимов, Природа, 5—6 (1933). <sup>2</sup> В. А. Фабрикант, Усп. физ. наук, 27 (2), 159 (1945). <sup>3</sup> Н. Ulrich, Ber. bot. Ges., 55 (6), 195 (1941); 60 (2), 152 (1942). <sup>4</sup> Н. W. Popp, Am. J. Bot., 13, 306 (1926). <sup>5</sup> S. Oden, Växtodlingi, elektriskt ljus., Stockholm, 1929.