

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. КЛЕШНИН

**ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ СПЕКТРА
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ
РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 10 XII 1949)

Сравнительная характеристика растений, выращиваемых в условиях относительно монохроматического освещения, предпринималась неоднократно (1, 2). Однако методическая сторона этих исследований была далеко не удовлетворительной: интенсивность радиации или выражалась в единицах освещенности или была неодинаковой. Проведению более тщательных исследований препятствовало отсутствие монохроматических источников радиации, обеспечивающих интенсивность, достаточную для нормального развития растений. С появлением люминесцентных ламп представляется возможность восполнить этот пробел. В настоящем сообщении излагаются результаты исследования в этом направлении, проведенного в 1948—49 г.

Растения — салат московский, земляника Комсомолка, патиссоны, огурцы, цветная капуста, капуста № 1, соя 2173, *Amaranthus retroflexus* и др. — выращивались в темной комнате в специальных камерах целиком на искусственном свете, полученном с помощью люминесцентных ламп красного (CdB_2O_5), зеленого (ZnSiO_3) и синего (MgWO_4) света, изготовленных по специальному заказу Московским электроламповым заводом. Спектральная характеристика этих ламп приводится в книге А. П. Иванова (3). Лампы мощностью 15 вт, представляющие собою стеклянные трубки длиной 45 см с диаметром 2,5 см, размещались в виде горизонтальной решетки (15 ламп на 1 м или 450 вт/м²) над растениями на высоте 5—10 или 20—25 см. Интенсивность физиологической радиации (4) была одинаковой во всех вариантах и колебалась в зависимости от положения растений и срока горения ламп в пределах 25 000—40 000 эрг/см² сек. Температура также была одинакова, колебалась около 25°.

Растения выращивались в глиняных сосудах, содержащих около 750 г почвы с примесью торфа. Результаты опытов представлены в табл. 1, 2, 3 и на рис. 1, 2, 3.

Как видно из данных табл. 1 и рис. 1 и 2, у растений, находящихся в вегетативном состоянии или мало зависящих в переходе к цветению от спектрального состава радиации (капуста, репа, кольраби, огурцы и др.), накопление сухой массы, рост листьев, стеблей и корней совершается интенсивнее всего в оранжево-красных, а наименее интенсивно — в зеленых лучах. В сине-фиолетовых лучах эти процессы идут или с той же скоростью, что и в зеленых, или несколько интенсивнее, но значительно менее интенсивно, чем в красных лучах. Иными словами, мы встречаемся здесь с типичной фотосинтетической спектральной кривой. Значительно более сложная картина наблюдается у растений, переход к цветению которых определяется спектральным составом радиации, таких, как салат (рис. 3, табл. 1). Вначале, пока растение находится в

Таблица 1

Сухой вес растений, выращенных с помощью люминесцентных ламп с различным спектральным составом излучения (в г на 1 растение) *

Растение	Возраст в днях	Листья			Стебли			Корни			Общий вес		
		к	з	с	к	з	с	к	з	с	к	з	с
Капуста белокочанная № 1 . .	60	5,88	2,39	2,30	2,30	1,00	0,70	3,32	1,02	0,90	11,50	4,41	13,9
Салат московский	20	0,066	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	0,08	0,04	0,04
	34	0,27	0,09	0,25	0,15	0,06	0,04	—	—	—	0,42	0,15	0,29
	64	0,72	0,34	3,36	1,45	0,28	1,22	0,45	0,08	1,90	2,62	0,69	6,48

* К — красный свет, З — зеленый свет, С — синий свет.

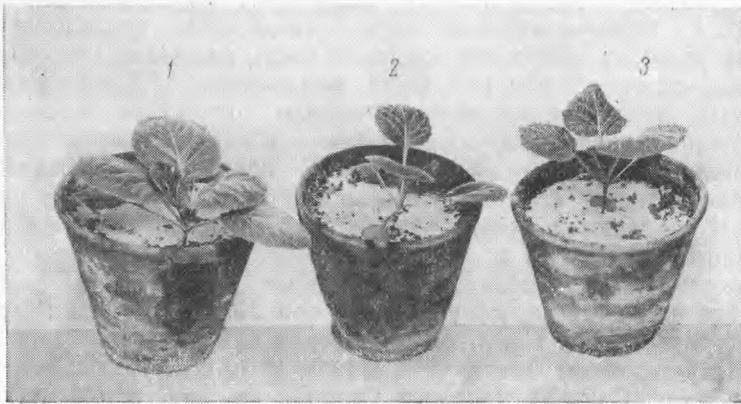


Рис. 1. Капуста кочанная № 1. 1 — в красном, 2 — в зеленом, 3 — в синем свете

вегетативном состоянии, накопление сухой массы происходит здесь так же, как и у первой группы растений. Однако по мере прохождения про-

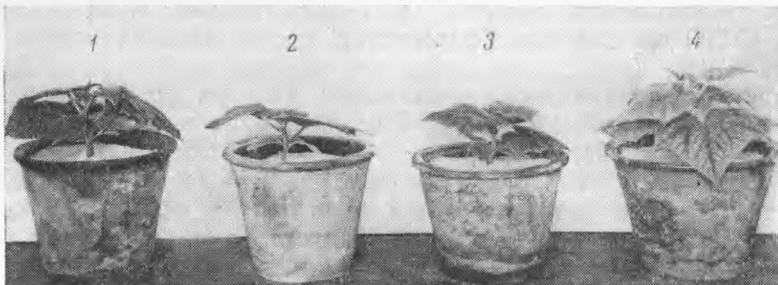


Рис. 2. Огурцы. 1 — в синем свете (интенсивность радиации в 2 раза выше, чем в остальных вариантах), 2 — в синем, 3 — в зеленом, 4 — в красном свете

цессов развития, особенно интенсивно совершающихся в красных лучах, растения в последнем случае начинают постепенно отставать в накоплении сухой массы, а затем и совсем прекращают этот процесс, рас-

тения же в синем свете продолжают вегетативный рост и образуют пышную розетку листьев (рис. 3). В результате в синем свете получаются значительно более мощные растения, чем в красном или зеленом.

В основе этого явления несомненно лежит: 1) процесс фотосинтеза — единственный источник органического вещества и основной поставщик всевозможных веществ, определяющих рост, развитие и формирование растений, 2) процесс развития, приводящий в конечном итоге к старению растений, и 3) процесс формирования листьев (табл. 2, рис. 1 и 2), определяющий рабочую площадь фотосинтетического аппарата. Все названные процессы совершаются наиболее интенсивно в оранжево-красных и менее интенсивно в сине-фиолетовых лучах, достигая минимума около 500 м μ (4). Соотношением скоростей этих процессов в грубом приближении и определяется общий облик растения и накопление сухого вещества.

Опыты с капустой, редисом, салатом и другими растениями показывают, что вытягивание стебля совершается, главным образом, под влиянием зеленых лучей. В этих лучах многие розеточные формы (салат, капуста, редис) совсем не образуют розетку, сразу приобретая облик стеблевого растения (рис. 3). Сказанное находится в соответствии с литературными данными, согласно которым наиболее активными в смысле предотвращения вытягивания стебля являются оранжево-красные лучи с максимумом около 623 м μ (5).

В табл. 3 и на рис. 3 представлены данные о процессе перехода растений от вегетативного состояния к репродуктивному развитию у длиннодневных растений (салат, земляника, цветная капуста и др.).

Переход к цветению наиболее интенсивно совершается в оранжево-красных и менее интенсивно в сине-фиолетовых и зеленых лучах. У короткодневных растений (*Amaranthus retroflexus* и др.) картина несколько сложнее: в условиях благоприятных для прохождения световой стадии (короткий день), они также зацветают раньше всего в красном, затем в синем и, наконец, в зеленом свете. Однако на длинном дне короткодневные растения зацветают раньше на синем, а затем на красном свете. Последнее, помимо *Amaranthus*, установлено также для сои, огурцов и других короткодневных растений. Этот несколько неожиданный на первый взгляд результат становится понятным, если принять во внимание, что в фотопериодическом процессе как длиннодневных, так и короткодневных растений наиболее активными являются оранжево-красные лучи (6-8) и они, следовательно, в условиях длинного дня должны более интенсивно задерживать переход к цветению у короткодневных растений, чем сине-фиолетовые лучи.

Интересно, что размножение растений вегетативным путем также, повидимому, наиболее интенсивно совершается в красных, чем в синих или зеленых лучах. В опытах с земляникой усы образовывались лучше на красном свете и хуже под лампами, дающими синий или зеленый свет.



Рис. 3. Салат московский. 1 — в красном свете (цветение), 2 — в зеленом свете (растение не имеет розеточной формы), 3 — в синем свете (роzetка, начало стрелкования)

Таблица 2

Листовая поверхность растений, выращенных с помощью люминесцентных ламп с различным спектральным составом излучения

Растение	Возраст в днях	Средние размеры листа в см ²			Общая листовая поверхность в см ²			Число листьев на растении		
		К	З	С	К	З	С	К	З	С
Редис 230 розово-красный	17 в стад. 4 лис- точков	75,0	29,6	41,4	448,2	148,1	248,1	—	—	—
Огурцы . . .		104,0	37,9	94,7	622,4	227,6	568,6	—	—	—
Салат мос- ковский . . .	64	24,7	12,7	66,5	370,0	190,0	298,9	15	15	45

Таблица 3

Развитие растений, выращиваемых с помощью люминесцентных ламп с различным спектральным составом излучения

Растение	Число дней от всходов до бутонизации		
	К	З	С
Салат московский	33	51	45
Земляника Комсомолка	38*	59*	47*
Капуста цветная	115	∞	150
Amaranthus retroflexus:			
на коротком дне (8 час.)	47	69	51
на длинном дне (24 час.)	89	—	72

* Число дней от начала освещения молодых растений, пересаженных в виде отводков с грядки.

вызывающий образование органов вегетативного размножения у земляники, и является наиболее благоприятным для выращивания растений, если последние под его влиянием не слишком быстро развиваются и стареют в ущерб урожайности. В этом случае совершается наилучшее образование листьев и других органов и имеет место особенно интенсивное накопление сухого вещества.

Для растений, которые в оранжево-красных лучах чрезмерно быстро переходят к репродуктивному развитию (салат), наиболее благоприятным является синий свет.

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

Поступило
10 XII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. W. Popp. Am. Journ. Bot., 13, No. 10, 706 (1926). ² I. Voss, Angew. Bot., 18, No. 1, 43 (1936). ³ А. П. Иванов, Электрические источники света, 1948. ⁴ А. Ф. Клешнин, Изв. АН СССР, сер. физич., 13, № 2, 294 (1949). ⁵ R. H. Goodwin and O. H. Owens, Bull. Torrey Bot. Club, 75, № 1, 18 (1948). ⁶ В. М. Катунский, ДАН, 15, 501 (1937). ⁷ А. Ф. Клешнин, ДАН, 40, 237 (1943); 52, 819 (1946). ⁸ M. W. Parker, S. B. Hendricks and H. A. Bortwick, Bot. Gaz., 108, 1 (1946); 110, 103 (1948).