

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян

О значении интенсивности монохроматического света разного качества в фотопериодизме растений

(Представлено А. Л. Тахтаджяном 30 V 1946)

Существующие разногласия относительно фотопериодической активности лучей разной длины волны видимой части спектра большей частью вызваны тем, что большинство исследователей в своих опытах очень мало обращало внимания на интенсивность монохроматического света разного качества. Так, например, некоторые авторы, как в Советском Союзе (^{2,5,6,7} и др.), так и за границей (^{14,15,16} и др.) получали при помощи жидких или же стеклянных светофильтров лучи одинакового качества, и в этих условиях исследовали ход репродуктивного развития растений. При этом, однако, не учитывалось, что интенсивности различных монохроматических лучей весьма различны, особенно тогда, когда такие монохроматические лучи получаются при помощи светофильтров, в разной мере пропускающих разные лучи.

Значение интенсивности естественного света в фотопериодической реакции растений более или менее обстоятельно было выяснено во многих работах (^{1,8,10,12,17,18} и др.), где авторы этих работ, с одной стороны, выявили значение добавочного света разной интенсивности в фотопериодизме и, с другой стороны, установили значение интенсивности основного света и, тем самым, определили те пределы интенсивности, при которых протекают процессы репродуктивного развития.

Роль интенсивности света в фотопериодизме была выявлена и в наших аналогичных работах (³), где были выдвинуты два понятия: 1. понятие о фотопериодическом добавочном свете, интенсивность которого ниже компенсационного пункта данного вида растения, и 2. понятие фотосинтетического добавочного света, интенсивность которого выше компенсационного пункта данного вида растения.

Напротив, вопрос об интенсивности монохроматического света разного качества в фотопериодизме растений затронут очень мало.

В работах Разумова (⁹), где автор поставил перед собой цель выяснить значение качественного состава света в фотопериодической

реакции, роль интенсивности длинноволновых, особенно красных лучей вполне выясняется, когда растения получают в одних вариантах дополнительный красный свет интенсивностью 16 люксов, а в других вариантах лишь 3 люкса. При освещении в 3 люкса у длиннопдневных растений процесс репродукции замедляется, а у короткодневных растений, наоборот, ускоряется.

Тот же эффект, но гораздо меньший, получается и при синих лучах, где первые варианты получают 85 люксов синего света, вторые — 21 люксов.

Из этих, с нашей точки зрения весьма характерных, данных автор делает неправильные выводы, как в отношении значения интенсивности длинноволновых (красных) лучей, так и в отношении значения интенсивности коротковолновых (зеленых и синих) лучей. Он пишет: „Если обратиться к действию дополнительного света, то на первый взгляд оказывается, что интенсивность его несомненно сказывается на темпе прохождения репродуктивной стадии, так как в группе силой в 16 люксов растения длинного дня гораздо больше сокращают период до колошения и, наоборот, растения короткого дня имели большую задержку, чем при освещении силой в 3 люкса. Но если сравним поведение растения в группе длинного дня и при дополнительном свете в 16 люксов, то у громадного большинства растений длинного дня и у части растений короткого дня выколашивание в этих группах наступает одновременно. Таким образом, получает ли растение свет силой в 18000 люксов или 16 люксов, на процессе репродукции такое различие в напряженности света не сказывается“.

В отношении коротковолновых лучей Разумов приходит к выводу, что они воспринимаются растением как темнота, т. е. не вызывают репродуктивного развития у растений, следовательно, при таких световых условиях интенсивность света не имеет никакого значения.

Для выяснения вопроса интенсивности света разного качества (красного и синего) в процессе фотопериодической реакции растений, нами, в вегетационном периоде 1944 г. был поставлен опыт с горчицей белой (*Sinapis alba*).

С начала опыта растения одинакового возраста, находящиеся в вегетативной фазе развития, были пересажены из грядок в большие глиняные вазоны, в каждом по одному растению с садовой почвой. Затем, все растения были разделены на 3 группы, в каждой группе по 4 растения. Растения I группы служили в качестве контроля и все время находились при естественном свете. Растения II и III групп были взяты в двух вариантах. Растения II группы подвергались действию красного света разной интенсивности. Растения III группы подвергались действию синего света. При этом в обеих группах растения первого варианта получили синий свет в 2600—2700 люксов, а растения второго варианта — 200—250 люксов.

Лучи разного качества были получены путем применения жидких светофильтров, которые были налиты в большие стеклянные кристал-

лизаторы. Для получения красного светофильтра был взят раствор двуххромокислого калия (16%), высота слоя 4 см, а для синего светофильтра — раствор медного купороса (12%). При этих светофильтрах их светопропускаемость была следующей: красный — 750—640 мμ, синий — 460—380 мμ. Для измерения интенсивности света применялся чувствительный гальванометр с селеновым фотоэлементом, дающий возможность производить определения с большей точностью, чем люксометр. Уравнение интенсивности света разного качества производилось при помощи некоторого количества слоев папиросной бумаги, которые укладывались между двумя прозрачными стеклами, служившими в качестве крышек кристаллизатора.

Растения находились в специальных картонных темных ящиках, освещавшихся только через светофильтры, подставленные на верхних круглых отверстиях этих ящиков.

Для постановки опыта был избран метод световой подкормки, предложенной нами (*). Сущность этого метода заключается в том, что растения от одного до двух или трех дней находятся при монохроматическом свете разного качества и соответствующей длине дня для данного вида растения, а третий или четвертый день при естественном свете — не соответствующей длине дня для данного вида растений. Таким образом, при таких условиях растения при монохроматическом свете разного качества выявляют фотопериодическую реакцию, а при естественном свете они только фотосинтезируют.

В данном опыте в виду слабой интенсивности красного и синего света, растениям один день был представлен 16-часовой монохроматический свет разного качества, а другой день 9-часовой естественный свет. Все растения вошли в опыт 22 VII. Данные о сроках цветения и сухом весе приводятся в таблице.

Действие красного и синего света разной интенсивности на развитие горчицы

№№ гр. п. п.	Качество света	Длина волны	Интенсивность освещения в люксах	Число дней до цветения	Высота раст. в см
1	Естественный свет ¹ (контроль)	—	до 100000	20	45
2	Красный свет	750—640	2600—2700	32	34
3	" "	" "	200—250	71	26
4	Синий свет	460—380	2600—2700	78	30
5	" "	" "	200—250	—	25

Данные таблицы показывают, с одной стороны, роль синих лучей как светового фактора, вызывающего репродуктивное развитие и, с другой стороны, определяющую роль интенсивности света разного качества.

Опыт дает основание предполагать, что многие исследователи, которые приписывали коротковолновым лучам значение светового фак-



տորա, задерживающего цветение (^{7,14,15,16}), или же значение темноты (⁹), исходили из того, что в их опытах, вследствие слабой интенсивности коротковолновых лучей (которая в большинстве случаев получается при чистом монохроматическом свете) не было получено цветение.

Сопоставляя данные, полученные при красном и синем свете, мы увидим большую разницу, которая существует между действием этих лучей на фотопериодизм горчицы. В то время, как красный свет в пределах до 20—25 люксов вызывает процесс цветения, синий свет, интенсивностью не ниже 270 люксов, тоже вызывает цветение, но с некоторым опозданием (на 5 дней позже), а при 25 люксах освещенности цветение вовсе исключается.

В результате этого опыта мы приходим к следующим выводам:

1. Нижний предел интенсивности красного света, при котором происходит фотопериодическая реакция, по сравнению с синим светом, лежит очень низко.

2. Синие лучи при высокой интенсивности (до нескольких тысяч люксов) вызывает цветение, а при низкой интенсивности (до нескольких сот люксов) цветение исключается.

Ботанический Институт
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1946, май.

Վ. Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Ֆոտոպերիոդիկ սեռակցիայում լույսի օտարեր սրակի մոնոխրոմատիկ ձևազայրանքների ինտենսիվության և օրափոխության մասին

Լույսի տարբեր ալիքային ճառագայթների ֆոտոպերիոդիկ ակտիվության վերաբերյալ եղած տարածայնությունները մեծ մասամբ առաջացել են այն պատճառով, որ հետազոտողներից շատերն իրենց փորձերում քիչ ուղղորդված են դարձրել լույսի տարբեր սրակի ճառագայթների ինտենսիվության վրա: Այսպես, օրինակ, որոշ հեղինակներ, ինչպես մեզ մոտ, նույնպես և արաստանմանում, լույսի միասարք ճառագայթները ստացել են հեղուկ կամ ապակյա լուսափիլտրերի միջոցով և այդպիսի ճառագայթների աղեկություն պայմաններում ուսումնասիրել այն կամ այն բույսի զարգացման պրոցեսների տեմպը: Հիշյալ աշխատանքներում հաշվի չի առնված այն հանգամանքը, որ տարբեր սրակի ճառագայթների ինտենսիվությունը խիստ տարբեր է մանավանդ այն դեպքում, երբ այդպիսի մոնոխրոմատիկ ճառագայթները ստացվում են մաքուր լուսափիլտրերի միջոցով:

Ռազումովի աշխատանքներում, որտեղ հեղինակն իր առաջ խնդիր է դրել պարզելու լույսի սրակի նշանակությունը բույսերի ֆոտոպերիոդիկ սեռակցիայում, երկար ալիքային, առանձնապես կարմիր ճառագայթների ինտենսիվության նշանակությունը լրիվ պարզվում է, երբ փորձի ենթակա բույսերը մի վարիանտում ստանում են 16 լյուքս ինտենսիվության լրացուցիչ կարմիր ճառագայթներ, իսկ մի ուրիշ վարիանտում՝ միայն 3 լյուքս: Հիշյալ փորձերում 3 լյուքս լուսավորության դեպքերում երկար օրվա բույսերի մոտ զարգացման պրոցեսները, ընդհակառակն, արագանում են:

Նույնպիսի էֆֆեկտ, բայց ավելի թույլ արտահայտված, ստացվում է և կապույտ ճառագայթների պայմաններում, որտեղ առաջին վարիանտի բույսերն ստանում են 85 լյուքս, իսկ երկրորդինը՝ 21 լյուքս:

Այս, մեր տեսակետից բավական բնորոշ, տվյալներից հեղինակը հանգում է ոչ ճիշտ եզրակացությունների, ինչպես երկար ալիքային ճառագայթների, նույնպես և կարճ ալիքային ճառագայթների ինտենսիվության նշանակության հարցում: Հեղինակը գալիս է այն եզրակացության, որ կարճ ալիքային ճառագայթները բույսերի կողմից ընդունվում են որպես մթություն, այսինքն չեն առաջացնում զարգացման պրոցեսներ, հետևաբար, այսպիսի լույսային պայմաններում լույսի ինտենսիվությունը նշանակություն չունենալ չի կարող:

Բույսերի ֆոտոպերիոդիզմում լույսի կարմիր և կապույտ ճառագայթների ինտենսիվության նշանակության պարզաբանման կապակցությամբ 1944 թվի վեդետացիոն ժամանակաշրջանում մեր կողմից ղրվել են մի քանի փորձեր, որոնցից հիշյալ աշխատանքում շարադրվում է այն փորձը, որը ղրված է սպիտակ մանանեխի (*Sinapis alba*) վրա:

Փորձի սկզբից, միանման վեգետատիվ աճ ունեցող մի խումբ բույսեր, մարզերից տեղափոխվել են կավե վազոնների մեջ, յուրաքանչյուրում մեկ հատ: Այնուհետև բոլոր բույսերը բաժանվել են 3 խմբի. յուրաքանչյուր խմբում թողնվելով 4 բույս: Առաջին խմբի բույսերն անընդհատ գտնվել են բնական լույսի պայմաններում և հանդիսացել են որպես կոնտրոլ: Երկրորդ և երրորդ խմբերի բույսերը վերցված են եղել երկու վարիանտով: Երկրորդ խմբի բույսերը ենթարկվել են տարբեր ինտենսիվության կարմիր ճառագայթների ռադիացիային, ըստ որում այս երկու խմբերի առաջին վարիանտի բույսերին տրված է 3600—2700 լյուքսի կապույտ ճառագայթներ, իսկ երկրորդ վարիանտի բույսերին՝ 200—250 լյուքս:

Տարբեր որակի ճառագայթներն ստացվել են հեղուկ լուսաֆիլտրերի միջոցով, իսկ նրանց ինտենսիվությունների հավասարեցումը կատարվել է ծխախոտի բարակ թղթերի միջոցով, որոնք ղրվել են 2 թափանցիկ ապակիների միջև: Փորձը կատարված է մեր կողմից առաջադրված լույսային սնուցման մեթոդով: Փորձի տվյալները բերված են համապատասխան աղյուսակում (տես ողևերեն տեքստը):

Այս տվյալները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ բազմաթիվ հեղինակներ, որոնք կարճ ալիքային ճառագայթներին վերագրել են ծաղկումը կասեցնող ֆակտորի կամ մթության նշանակություն, ելել են նրանից, որ իրենց փորձերում կարճ ալիքային ճառագայթների թույլ ինտենսիվության հետևանքով չի ստացվել ծաղկում:

Կարմիր և կապույտ ճառագայթների պայմաններում ստացված տվյալների համադրումից պարզ երևում է, որ 20—25 լյուքս ինտենսիվություն ունեցող կարմիր ճառագայթները մոտավորապես նույն ֆոտոպերիոդիկ ակտիվությունն ունեն, ինչ 270 լյուքս ինտենսիվություն ունեցող կապույտ ճառագայթները: Սակայն վերջիններիս ցածր ինտենսիվության դեպքում (25 լյուքս) ծաղկումը լրիվ բացառվում է:

Վերոհիշյալ փորձերը մեզ բերում են հետևյալ եզրակացություններին.

1. Լույսի կարմիր ճառագայթների ինտենսիվության ստորին սահմանը, որի պայմաններում տեղի է ունենում ֆոտոպերիոդիկ ռեակցիան, կապույտ ճառագայթների համեմատությամբ ընկած է շատ ցածր:
2. Բարձր ինտենսիվություն ունեցող կապույտ ճառագայթները (մինչև մի քանի հազար լյուքս ինտենսիվությամբ) բույսերի մոտ առաջացնում են ծաղկում, իսկ ցածր ինտենսիվության դեպքում (մի քանի հարյուր լյուքս ինտենսիվությամբ) ծաղկակալումը բացառվում է:

V. O. Kazarian

On Significance of the Different Quality Monochromatic Light Intensity in Plant Photoperiodism

The experiments conducted to explain the significance of the different quality monochromatic light intensity enable to conclude the following:

1. The lower limit of the red light intensity lies very low as compared to blue rays under which the photoperiodical response occurs.
2. Under the higher intensity of blue rays the process of flowering takes place, while under the lower intensity it is excluded.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Аци. Сельхоз. экол., 1937.
2. В. М. Катунский. ДАН СССР, 15, № 8, 1937.
3. В. О. Казарян. ДАН Арм. ССР, 4, № 1, 1946.
4. В. О. Казарян. Изв. АН Арм. ССР, № 7, 1946.
5. А. А. Кузьменко. Сов. Бот., № 5—6, 1940.
6. А. Ф. Клешинин. ДАН СССР, 40, № 5, 1943.
7. В. П. Мальчевский. Тр. Лаб. светофизиол., вып. 1, 1938.
8. Н. А. Максимов. Природа, 5—6, 1933.
9. В. И. Разумов. Тр. прикл. Бот. ген. селекц. 3, № 3, 1933.
10. В. И. Разумов. Соц. растениевод., серия А, № 15, 1935.
11. I. Fabian. Ztschr. Bot., 33, 1938.
12. W. W. Garner and H. A. Allard. Journ. Agric. Research., 17, 1920.
13. R. B. Harvey. Bot. Gaz., 74, 1922.
14. G. Klebs. Flora, 11—12, 1918.
15. S. Oden. Wäxt. elektr. ljus., 1929.
16. H. W. Popp. Amer. Journ. Bot., 13, 1926.
17. F. Smith. Meld. Norg. Land. höisk, 13, № 1—5, 1933.
18. M. A. Tincker. Journ. Royal. Hort. Soc. 57, 1932.