

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. М. ПЕРЕДЕЛЬСКАЯ

**ЗАВИСИМОСТЬ МИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАСТЕНИЯ
ОТ ВИДИМОГО СВЕТА**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 14 IV 1947)

Введение. Значение митогенетических фотонов для ряда жизненных проявлений организма и, в первую очередь, клеточного деления уже давно показано р ботаниками школы Гурвича. Известно также, что в животных организмах источником митогенетического излучения служат ферментативные системы, создающие постоянный лучевой режим (1). Что же касается растений, то их митогенетический режим изучен очень мало. Известен лишь факт излучения корешка (лук, бобовые) и, по данным Harig (2), ауксинов (из *Avena sativa* и *Sinapis alba*). Речь идет о спонтанном излучении в нормальных физиологических условиях.

Некоторым вкладом в эту проблему может служить изучаемый нами феномен своеобразной трансформации растением лучистой энергии. В растении нами обнаружена способность переводить энергию видимого света в форму, свойственную интимным процессам в живой системе, именно, в митогенетическое излучение (область 1900—3260 Å). Обнаружение этого свойства тем более интересно, что, как можно судить по нашим предварительным данным, в темноте зеленые части растения не дают (нормально физиологически) митогенетического излучения.

Методика исследования. Наши исследования были поставлены на столовой свекле. Общая схема опытов была такова: молодые проростки свеклы (8—20 дней после посева), с первой парой листьев (семядоли) на стебле, освещались от постоянного источника (лампа—1000 ватт) пан- или монохроматически через систему: стеклянный экран*, стеклянный спектрограф, зеркало. Опыты шли в полутемной комнате с единственной лампочкой под желтым абажуром*; установка помещалась под затеняющим ее навесом. Возникающее в растении ультрафиолетовое излучение снималось со стебля через кварцевый спектрограф на дрожжевой детектор по обычной митогенетической методике (1).

Результаты исследования. Серия 1. Растение освещалось панхроматически. Исследование спектра возникающего в растении митогенетического излучения производилось посредством системы трех поочередно вставляемых в выходную щель спектрографа экранов (шаблонов) с прорезанными в каждом из них в определенных областях интересующего нас спектра окнами так, что совокупность окон всех трех шаблонов охватывает весь спектр.

Из табл. 1 видно, что растение, освещенное белым светом, излучает весь митогенетический спектр. Без дополнительного освещения, в

* Страховка от ультрафиолетовой радиации.

Таблица 1

	Распределение окон в шаблонах														
	1900 2000			2100 2200 2300			2400 2500 2600			2700 2800 2900			3000 3100 3200 Å		
	I м.	II м.	III м.	I м.	II м.	III м.	I м.	II м.	III м.	I м.	II м.	III м.	I м.		
Эффекты в процентах															
3 серии опытов с I шаблоном	29	—	—	31	—	—	47	—	—	20	—	—	28		
	14	—	—	21	—	—	31	—	—	17	—	—	43		
	38	—	—	37	—	—	48	—	—	51	—	—	70		
5 серий опытов с II шаблоном	—	28	—	—	39	—	—	18	—	—	60	—	—		
	—	35	—	—	26	—	—	31	—	—	72	—	—		
	—	25	—	—	28	—	—	17	—	—	25 *	—	—		
	—	25	—	—	16	—	—	—	—	—	23	—	—		
	—	41	—	—	32	—	—	43	—	—	17	—	—		
4 серии опытов с III шаблоном	—	—	30	—	—	57	—	—	25	—	—	36	—		
	—	—	5	—	—	4	—	—	2	—	—	7 *	—		
	—	—	17	—	—	28	—	—	29	—	—	41	—		
	—	—	34	—	—	44	—	—	50	—	—	28	—		
Экспозиция, сек.	90	90—100	100	90	90—100	100	90	90—100	100	80	80—90	80	60—70		
	90—100						80—90				60—70				

* Хорошо известный феномен «митогенетического угнетения», связанный с флуктуациями интенсивности излучения, что может иметь место при работе с биологическими источниками. То обстоятельство, что эти выходящие из нормы ответы обнаруживаются на всех 4 полосах одновременно, снимает подозрение о чисто случайном их возникновении.

полумраке комнаты, при тех же и смежных композициях, ультрафиолетового излучения не наблюдается.

Серия II опытов сводилась к попытке исследовать результат монохроматического освещения растения. Были произвольно выбраны для освещения 4 области видимого света: красная — 6400 Å, желтая — 5700 Å, зеленая — 5200 Å и фиолетовая — 4300 Å. Оказалось, что при красном и зеленом освещении проростков ими высвечивается ультрафиолет с соответственно вдвое более короткой длиной волны, т. е. область 3200 Å при красном освещении и 2600 Å при зеленом, иными словами, вдвое более энергетичные фотоны. Тогда нами была сделана попытка перенести это свойство «удвоения» и на другие части спектра.

Таблица 2

Окна шаблона	Подаваемое освещение			
	область 4300 Å	область 5200 Å	область 5700 Å	область 6400 Å
Эффекты в процентах (средние)				
I — 2130—2170 Å	24	2	4	1
II — 2590—2620 Å	—1	33	8	—2
III — 2830—2870 Å	3	—1	39	1
IV — 3180—3200 Å	2	6	0	37
Число серий опытов	4	7	4	4
Экспозиция, сек.	100	90	80	65

Был изготовлен шаблон с 4 окнами: I — 2130—2170 Å, II — 2580—2620 Å, III — 2830—2870 Å и IV — 3180—3220 Å. Окна II и IV были, как только что было сказано, получены эмпирически, в то время как I и III были нами заданы на основании предположения, что именно в этих областях (по аналогии с уже известным) надо ожидать излучение при соответственном освещении областью 4300 Å (фиол.) и 5700 Å (желт.). Опыт оправдал наши ожидания (табл. 2).

Полученный материал дает основание для вывода о том, что при освещении растения монохроматически видимым светом в нем возникает митогенетическое излучение и именно той длины волны, которая вдвое короче, чем волна поглощаемого света.

Этот вывод был бы вполне обоснован, если бы не различные эффективные экспозиции наших 4 митогенетических полос (табл. 2). Не значит ли это, что отсутствие положительного эффекта в окнах I, II, III при красном освещении и окнах I, II, IV при желтом и т. д. объясняется не отсутствием соответствующей волны в поглощаемом растением свете, а искусственным навязыванием этим полосам несвойственных им экспозиций (65 сек. для всех окон при красном освещении, 80 сек. при желтом и т. д.)? Иными словами, может быть, мы просто маскируем наличие излучения в этих областях. Если на свету в растении возникают какие-то процессы, сопровождающиеся излучением с достаточно широким спектром, в который входят и наши 4 полосы (высвечиваются они все одновременно в одинаковых световых условиях), и мы выявляем их на различных экспозициях лишь благодаря тому, что они разной интенсивности, тогда при любом из употреблявшихся нами освещений, но при характерной для каждой из 4 полос экспозиции можно обнаружить излучение во всех 4 окнах шаблона.

Для проверки этого нами была поставлена серия опытов в такой модификации: перед 4 окнами шаблона выставлялись блоки-детекторы и, независимо от цвета освещения, блок перед I окном экспонировался 100 сек., перед II — 90 сек., перед III — 80 сек. и перед IV — 65 сек. Таким образом, мы достигали того, что рабочая экспозиция связывалась не с качеством подаваемого света, а с предполагаемыми свойствами каждой полосы излучения.

Таблица 3

Экспозиция, сек.	Окна шаблона	Подаваемое освещение			
		область 4300 Å	область 5200 Å	область 5700 Å	область 6400 Å
Эффекты в процентах (средние)					
100	I — 2130—2170 Å	47	—1	—6	14
90	II — 2580—2620 Å	2	56	9	—4
80	III — 2830—2870 Å	0	4	38	3
65	IV — 3180—3220 Å	—2	—1	—1	44
	Число серий опытов	3	4	5	5

Результаты опытов, как видно из табл. 3, показали, что за получение эффекта высвечивания в каждом из 4 окон шаблона ответственна длина волны получаемого растением света.

Таким образом, нами констатирована в молодых ростках свеклы способность трансформировать поглощаемую ими энергию видимого света в энергию митогенетических лучей, причем наиболее экономным способом, ибо, как мы видели, растение высвечивает кванты с вдвое большей энергией, т. е. энергия двух фотонов видимого света сум-

мируясь достигает уровня, соответствующего одному ультрафиолетовому фотону.

Очевидно, обнаруженное свойство присуще и другим растениям: нами были проделаны аналогичные, пока еще предварительные опыты с 10—20 дневными ростками бобов и веточками *Elodea canadensis*, причем результаты, тождественные изложенным нами, получены для *Elodea* в красном и зеленом свете, для бобов — в красном.

Аналогичное явление трансформации световой энергии (ограниченное, правда, областью 4800 Å) было обнаружено на водной вытяжке из печени и раковой опухоли мыши (1). Однако, если свойство утилизации видимого света в тканях печени или опухоли имеет лишь косвенное свидетельство о каких-то потенциях последних, то для растения способность таким образом использовать солнечный свет может иметь непосредственное значение.

К сожалению, мы не обладаем еще данными о связи обнаруженного явления с известным феноменом излучения корешка, а также ауксина; мы не знаем роли света в этих процессах. Мы не располагаем также экспериментальными данными, могущими служить выяснению биологического смысла описанного нами явления. Пока что удается наметить лишь путь, по которому, быть может, следует идти в поисках ответа. Мы имеем в виду, что, с одной стороны, действие митогенетических фотонов в организме заключается, как считает Гурвич (1), в осуществлении синтеза пептидов из аминокислот и полипептидов из пептидов. Это свое заключение Гурвич основывает, во-первых, на изучении и обнаружении пептидных свойств поликонденсатов аминокислот, возникающих при митогенетическом их облучении *in vitro*; во-вторых, на сопоставлении и демонстрации полного совпадения энергетических условий этого процесса с условиями, необходимыми для получения митогенетического эффекта в организме. С другой стороны, среди физиологов растений имеет своих сторонников предположение о стимуляции видимым светом белкового синтеза в растении. К сожалению, в последней крупной сводке по фотосинтезу (4) этому вопросу уделяется очень мало внимания и места. Между тем, ряд авторов считает несомненным участие света в накоплении в листе белков. В частности, такого мнения держится Костычев (3), опирающийся на большое количество экспериментальных данных и высказывания многих авторов.

Заключение. Основным выводом нашей работы является демонстрация неизвестной ранее способности растения трансформировать поглощенную энергию видимой части светового спектра в форму митогенетических фотонов с вдвое большей энергией. Сопоставление этого явления с литературными данными о стимуляции митогенетическими фотонами пептидного синтеза и о значении видимого света для накопления белков в листе приведено нами лишь с целью указать возможный путь для исследования значения обнаруженного феномена.

Институт экспериментальной биологии
Академии медицинских наук СССР

Поступило
14 IV 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 А. Гурвич, Митогенетическое излучение, 1945. 2 А. Е. Хариг, Bull. de Biol. et de Médic. Expériment., 2, 2, 101 (1936). 3 С. П. Костычев, Физиология растений, 1, 1937. 4 E. I. Rabinowitch, Photosynthesis and Related Processes, N. Y. 1945.