

Д. И. САПОЖНИКОВ, И. А. ПОНОВА, Т. Г. МАСЛОВА, О. Я. КОРОЛЕВА

### ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ РЕАКЦИИ ДЕЗЭПОКСИДАЦИИ ВИОЛАКСАНТИНА В РАЗНЫХ УЧАСТКАХ КРАСНОГО СВЕТА

(Представлено академиком А. И. Опариным 18 VIII 1970)

В настоящее время в листьях зеленых растений обнаружено существование превращений ксантофиллов, индуцированных светом и носящих циклический характер (1). Эти превращения известны под названием виолаксантинового цикла. Было показано, что реакция дезэпоксидации виолаксантинового цикла имеет место на красном свете (2-4). Спектр действия этой реакции свидетельствует о зависимости ее от энергии, поглощаемой хлорофиллом в процессе фотосинтеза (5, 6).

Задачей настоящей работы было выяснение вопроса о возможности прохождения реакции дезэпоксидации виолаксантина при освещении растений ближним и дальним красным светом. Такая постановка работы

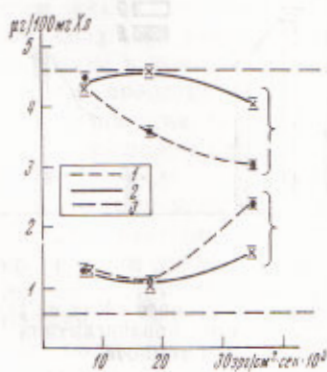


Рис. 1

Рис. 1. Световые кривые реакции дезэпоксидации виолаксантина. Вверху — виолаксантин, внизу — зеаксантин. 1 — на свету 670 м $\mu$ , 2 — на свету 702 м $\mu$ , 3 — исходный темновой уровень содержания виолаксантина и зеаксантина соответственно

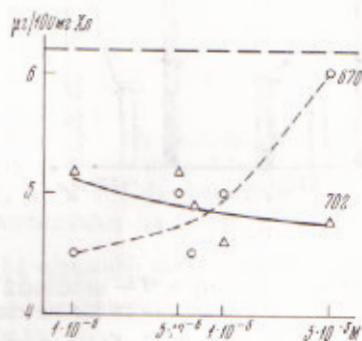


Рис. 2

Рис. 2. Влияние диурона на реакцию дезэпоксидации виолаксантина. Интенсивность света 20 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек. Обозначения те же, что на рис. 1

приближает нас к пониманию места, занимаемого реакцией дезэпоксидации в процессе фотосинтеза. Поставленная задача тем более актуальна, что сведения по этому вопросу противоречивы (5, 6, 7).

В качестве объекта исследования были взяты листья конского щавеля (*Rumex acetosa* L.). Для получения выравненного материала высежки из листьев ( $D = 2,5$  см) освещались в течение 20 мин. белым светом, интенсивностью 6 тыс. лк, а затем помещались в темноту на 90 мин. После этого одна проба сразу бралась для анализа (контроль — исходный темновой вариант), а остальные освещались либо ближним, либо дальним красным светом. Монохроматический свет получали при помощи интерференционных светофильтров с  $\lambda_{\max}$  670 м $\mu$  ( $\Delta$  15 м $\mu$ ) и  $\lambda_{\max} \sim 702$  м $\mu$  ( $\Delta$  12 м $\mu$ ).

Работа проводилась на специально сконструированной установке, позволяющей получать красный монохроматический свет в широких интервалах интенсивностей. Источником света служила кинолампа 1500 вт. Светофильтры помещались в проточную воду; перед интерференционными фильтрами ставился красный широкополосный светофильтр. Выравнивание интенсивности ближнего и дальнего красного света производилось при помощи нейтральных светофильтров. Световая экспозиция равнялась 5 мин. В камере для освещения листьев температура во время опыта была 20—22°. После освещения пробы быстро фиксировались этанолом, охлажденным твердой углекислотой до  $-70^{\circ}$ .

Разделение каротиноидов проводилось хроматографически в тонком слое по методу Хагера и Мейер-Бертепрат (\*), модифицирован-

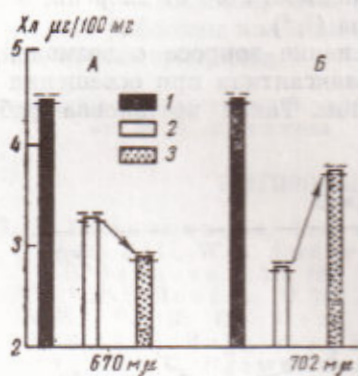


Рис. 3

Рис. 3. Последствие ближнего (А) и дальнего (Б) красного света на реакцию эпексидации. 1 — исходный уровень содержания виолаксантина в темноте, 2 — то же на свету, 3 — в повторной темноте

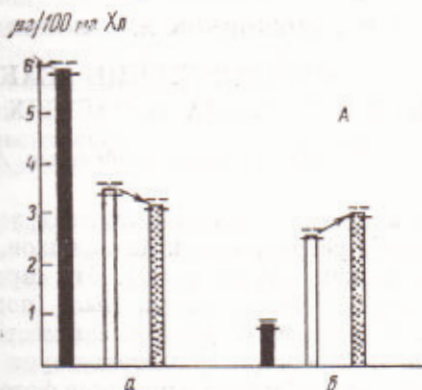


Рис. 4

Рис. 4. Действие анаэробноза на реакцию дезэпексидации виолаксантина в различных участках спектра: А — 670 мμ, Б — 702 мμ. Интенсивность света 35 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек. 1 — исходный темновой уровень содержания пигментов, 2 — содержание пигментов на свету на воздухе, 3 — то же в атмосфере гелия. а — виолаксантин, б — зеаксантин

ному в нашей лаборатории (\*). Содержание каротиноидов рассчитывалось на единицу количества хлорофилла.

В первой серии опытов исследовалась зависимость реакции дезэпексидации от интенсивности ближнего и дальнего красного света.

Как видно из рис. 1, кривые этой реакции в разных участках красного света имеют разный характер. Дезэпексидация виолаксантина на дальнем красном свету происходит только при высокой интенсивности света (35 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек). При этом следует отметить, что световой эффект реакции на ближнем красном свету значительно превосходит таковой на дальнем красном свету. На ближнем красном свету снижение количества виолаксантина четко выражено уже при интенсивности света 18 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек. Таким образом, проведенные опыты показали, что возможность осуществления реакции дезэпексидации на дальнем красном свету зависит от его интенсивности.

Несколько иной характер имеет световая реакция по зеаксантину. Зависимость ее от интенсивности света одинакова в обоих участках спектра

в интервале интенсивности света 7—18 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек. При более высокой интенсивности света реакция сильнее на ближнем красном свете. Различный характер световых кривых при  $\lambda$  670 и 702 м $\mu$  может свидетельствовать о разной природе реакций, индуцированных ближним и дальним красным светом.

Вторая серия опытов посвящена изучению действия ингибитора фотосинтеза — диурона на реакцию дезэпоксидации виолаксантина в разных участках красного света. Диурон использовался в концентрациях от  $2 \cdot 10^{-7}$  до  $5 \cdot 10^{-5}$  М. Как видно из рис. 2, подавление реакции дезэпоксидации виолаксантина происходило только на ближнем красном свете. На дальнем красном в испытанном интервале концентраций подавления реакции не наблюдалось. Этот результат хорошо согласуется с существованием двух путей осуществления реакции дезэпоксидации: чувствительного и нечувствительного к диурону (<sup>10</sup>).

Различие в действии ближнего и дальнего красного света сказывалось также в последствии этих участков спектра на эпоксидацию зеаксантина. В третьей серии опытов после монохроматического освещения листья помещались в темноту на 1 час. Из рис. 3 видно, что увеличение количества виолаксантина (т. е. темновая эпоксидация) происходило только после освещения листьев дальним красным светом. Результаты этой серии аналогичны наблюдаемым в предыдущей работе явлениям последствия условий освещения на ход темновой реакции (<sup>10</sup>).

В дальнейших опытах для более полного разделения реакций, вызываемых разным светом, было применено освещение ближним и дальним красным светом в условиях анаэробноза.

Для создания анаэробноза листья перед освещением выдерживались в токе гелия в темноте в течение 1,5 час. Результаты одного из опытов этой серии представлены на рис. 4. Из приведенных на нем диаграмм видно, что реакция дезэпоксидации виолаксантина происходит в токе гелия и на ближнем, и на дальнем красном свете.

Осуществление реакции дезэпоксидации виолаксантина на дальнем красном свете в условиях анаэробноза делает вероятным представление о связи этой реакции не только со II, но и с I фотосистемой. Однако характер реакции дезэпоксидации виолаксантина на ближнем и на дальнем красном свете, по-видимому, различен.

Различие в осуществлении реакции дезэпоксидации в двух участках спектра подтверждается различным характером световых кривых, разной чувствительностью к диурону и различием в последствии ближнего и дальнего красного света.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова  
Академии наук СССР  
Ленинград

Поступило  
5 V 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Д. И. Сапожников, Т. А. Красовская, А. Н. Маевская, ДАН, 113, № 2, 465 (1957). <sup>2</sup> Д. И. Сапожников, Э. М. Эйдельман, Н. В. Бажанова, IX Международн. биохимич. конгресс, Симпозиум II, 1959, стр. 342. <sup>3</sup> A. Hager, Ber. Deutsch. Bot. Ges., 79, 11, 94 (1966). <sup>4</sup> Т. Г. Маслова, И. А. Попова, Физиол. раст., 16, в.1, 106 (1969). <sup>5</sup> Д. И. Сапожников, Л. Р. Колотова, Ю. Е. Гиллер, ДАН, 171, № 3, 740 (1966). <sup>6</sup> K. Lee, J. Yamamoto, Photochemistry and Photobiology, 7, 401 (1968). <sup>7</sup> T. Maslova, A. Meister, Zs. Pflanzenphysiol., 60, 2, 114 (1968). <sup>8</sup> A. Hager, Meyer-Bertenrath, Planta, 76, 149 (1967). <sup>9</sup> Г. А. Корюшенко, Д. И. Сапожников, Методы комплексного изучения фотосинтеза, Всесоюзн. инст. растениеводства, 1969, стр. 181. <sup>10</sup> Д. И. Сапожников, Л. В. Иванцова и др., ДАН, 189, № 5, 1135 (1969).