

УДК 581.132

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. И. САПОЖНИКОВ, И. А. ПОПОВА, Е. Ф. РЫЖОВА

ДЕЙСТВИЕ САЛИЦИЛАЛЬДОКСИМА НА СВЕТОВУЮ ЗАВИСИМОСТЬ РЕАКЦИЙ ВИОЛАКСАНТИНОВОГО ЦИКЛА

(Представлено академиком Е. М. Лавренко 30 IV 1972)

Изучению световой зависимости реакций превращения ксантофиллов, совершающихся в пластидах зеленых растений, посвящен целый ряд работ (¹⁻⁹). В предыдущей работе нами было показано, что кривая, отражающая световую зависимость превращений виолаксантина и зеаксантина, имеет сложный характер (⁹). При интерпретации полученных данных было высказано предположение о том, что сложный характер этой зависимости определяется одновременным осуществлением на свету не только прямой, но и обратной реакции виолаксантинового цикла. Приемлемость такого предположения следует из ряда ранее опубликованных работ, в которых было показано, что светом стимулируется как прямая, так и обратная реакции (¹⁻³, ¹⁰, ¹¹). В настоящей работе была предпринята попытка изучить световую зависимость реакции дезэпоксидации виолаксантина при ингибировании обратной реакции — эпоксидации зеаксантина. С этой целью был применен медьхелатирующий агент, тормозящий, как было показано Хагером (²), реакцию эпоксидации.

Объектом исследования были листья гортензии, выращенной в оранжевых Ботанического института АН СССР. Перед опытом высечки из листьев помещались на воду и выдерживались в течение 2 час. в темноте. Затем часть проб инфильтрировалась водой, содержащей 1% спирта (контрольный вариант), а часть салицилальдоксимом (СА) в концентрации $5 \cdot 10^{-3}$ M (опытный вариант). В предварительных опытах было найдено, что эта концентрация СА является оптимальной для торможения обратной реакции виолаксантинового цикла. Во время опыта пробы освещались светом различной интенсивности (от 200 лк до 15 000 лк) при температуре 20–23° в течение 30 мин. В качестве источника света были использованы люминесцентные лампы. После окончания освещения пробы фиксировались спиртом, охлажденные до –70°. Анализ каротиноидов в вытяжках из листьев производился методом тонкослойной хроматографии (¹², ¹³). Содержание каротиноидов рассчитывалось в мкг пигмента на 100 мкг хлорофилла. Об эффекте реакции судили по разнице в содержании ксантофиллов в световых и темновых вариантах, а также по отношению количества зеаксантина при данной световой экспозиции к содержанию виолаксантина в исходном темновом варианте ($з / v_{исх}$).

Было исследовано действие салицилальдоксима на изменение содержания каротиноидов при различных интенсивностях света. Результаты опытов приведены на рис. 1. Как видно из рисунка, характер световой зависимости превращений отдельных ксантофиллов претерпевает сильные изменения при действии салицилальдоксима. Наиболее резко изменяется кривая, отражающая содержание зеаксантина. Так, если в контроле изменения в содержании зеаксантина начинаются при интенсивностях света выше 1000 лк, то при действии ингибитора их можно отметить при 400 лк. Световая кривая изменения содержания зеаксантина под влиянием

салицилальдоксима выходит на плато при более низких интенсивностях света, чем в контроле. Из рисунка также следует, что уровень содержания зеаксантина при насыщающих интенсивностях одинаков в опытном и контрольном вариантах. На отрезке кривой, соответствующей насыщающим интенсивностям света, отсутствие приращения зеаксантина, возможно, связано с истощением пула активного виолаксантина; при действии СА, ингибирующего обратные реакции, не происходит пополнения пула активного виолаксантина, поэтому световая кривая выходит на плато при более низких интенсивностях света.

СА оказывает влияние и на изменение содержания виолаксантина, хотя в этом случае характер кривых в опытном и контрольном вариантах сходен. Следует отметить, что в начале световой кривой (до 1000 лк) уменьшение в содержании виолаксантина в контрольном варианте не сопровождается увеличением количества зеаксантина. Подобный факт был отмечен нами и в предыдущих работах (6, 9). Как видно из рис. 1, под влиянием СА кривые изменений в содержании виолаксантина и зеаксантина уже при низких интенсивностях света (после 400 лк) приобретают зеркальный характер.

На рис. 2 приведено сопоставление световых кривых реакций виолаксантинового цикла и световой кривой фотосинтеза. Показателем активности реакций виолаксантинового цикла на этом рисунке взято отношение

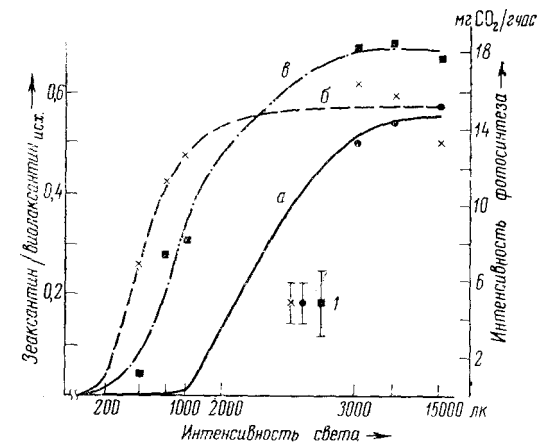


Рис. 2. Сопоставление световой зависимости изменения реакции виолаксантинового цикла со световой кривой фотосинтеза. *a* — отношение зеаксантина к исходному виолаксантину, *б* — то же в контроле, *в* — интенсивность фотосинтеза

вои, отражающей изменение содержания зеаксантина, от световой кривой ассимиляции двуокси углерода. В то же время под действием СА характер этой кривой становится более сходным со световой кривой интенсивности фотосинтеза. Сопоставление световых кривых опытного и контрольного вариантов позволяет сделать заключение о том, что отставание кри-

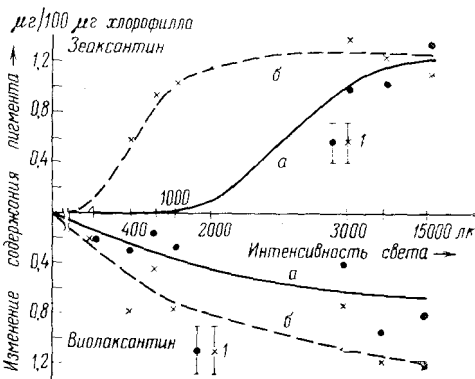


Рис. 1. Действие салицилальдоксима на изменение содержания ксантофиллов. *a* — контроль, *б* — опыт. 1 — доверительные границы. То же на рис. 2

содержания зеаксантина при каждой опытной экспозиции к количеству виолаксантина в исходном темновом варианте. Из рис. 2 видно, что световая кривая реакций превращения ксантофиллов в контрольном варианте может быть разделена на три участка: подпороговый (до 1000 лк), восходящий (1000—6000 лк) и отрезок, соответствующий насыщающим интенсивностям света (свыше 6000 лк). При подпороговых интенсивностях света наблюдается некоторое несоответствие хода световых кривых реакций виолаксантинового цикла и фотосинтеза. Как видно из рисунка, на этом участке наблюдается отставание кри-

вой, отражающей изменение содержания зеаксантина, от световой кривой фотосинтеза объясняется вовлечением его в обратные реакции виолаксантинового цикла. Тормозя обратные реакции, ингибитор дает возможность выявить наличие реакции дезэпоксидации виолаксантина и при подпороговых интенсивностях света. В то же время без ингибитора при этой интенсивности света скорость прямых реакций компенсируется скоростью обратных реакций, в результате чего при слабой интенсивности света не наблюдается видимых превращений ксантофиллов.

Таким образом, СА выявил скрытый процесс осуществления виолаксантинового цикла при подпороговых интенсивностях света. Заключение о том, что виолаксантиновый цикл может осуществляться без видимых изменений в содержании ксантофиллов, является важным в силу того обстоятельства, что в ряде работ (^{8, 14}) авторы приходят к выводу об отсутствии корреляции между ксантофилловым циклом и фотосинтезом именно на основании неизменности содержания ксантофиллов в тех условиях опытов, когда интенсивность процесса фотосинтеза изменяется значительно.

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

Поступило
13 IV 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. И. Сапожников, Т. А. Красовская, А. Н. Маевская, ДАН, **113**, № 2, 465 (1957).
- ² A. Hager, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **79**, № 11, 94 (1966).
- ³ H. J. Yamamoto, J. L. Chang, M. S. Aihara, Biochim. et biophys. acta, **141**, 342 (1967).
- ⁴ A. Meister, T. G. Maslova, Photosynthetica, **2**, № 4, 261 (1968).
- ⁵ S. Takeguchi, H. J. Yamamoto, Biochim. et biophys. acta, **153**, № 2, 153 (1968).
- ⁶ И. А. Попова, О. Я. Королева, Физиол. раст., **17**, № 3, 491 (1970).
- ⁷ Д. И. Сапожников, И. А. Попова и др., ДАН, **198**, № 6, 1465 (1971).
- ⁸ D. Sieferman, Über den Zusammenhang von Xanthophylcycles und Photosynthese bei Lemna gibba L., Dissert., Universität Tübingen, 1971.
- ⁹ И. А. Попова, Е. Ф. Рыжова, Д. И. Сапожников, ДАН, **201**, № 2, 494 (1971).
- ¹⁰ Д. И. Сапожников, Т. Г. Маслова и др., Биофизика, **10**, № 2, 349 (1965).
- ¹¹ Д. И. Сапожников, И. А. Попова, Е. Ф. Рыжова, Препринт, 1971.
- ¹² Д. И. Сапожников, Г. А. Корнюшенко, В сборн. Методы комплексного изучения фотосинтеза, Л., 1969, стр. 181.
- ¹³ Г. А. Корнюшенко, И. А. Попова, Физиол. раст., **17**, № 6, 1011 (1970).
- ¹⁴ Д. И. Сапожников, В. М. Кутюри и др., ДАН, **175**, № 5, 1182 (1967).