

С. И. ЛЕБЕДЕВ, И. М. АЛЕЙНИКОВ

ОБ ИСТОЧНИКЕ БИОСИНТЕЗА ПИГМЕНТОВ ПЛАСТИД

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 16 III 1973)

Известно, что биосинтез хлорофилла является светозависимым процессом (¹).

В этиолированных проростках как однодольных, так и двудольных растений обнаруживается незначительное содержание каротиноидов и особенно каротина (^{2, 3, 10}).

Освещение этиолированных проростков активирует биосинтез пигментов пластид (⁴) и формирование гранулярно-ламеллярной структуры хлоропластов (⁵). При этом наблюдается корреляция между биосинтезом хлорофилла и каротиноидов. В случае недостатка общего предшественника наблюдается использование каротиноидов для биосинтеза фитола.

Каротиноиды по своей природе являются полиизопреноидами. Исходным веществом для биосинтеза каротиноидов служит активный изопрен — изопентенилпирофосфат (⁶), образующийся в организме через ряд последовательных реакций из ацетил-КоА.

Ацетил-КоА также является исходным веществом и для биосинтеза порфиринового ядра молекулы хлорофилла, поэтому есть основание предполагать, что генетическое сродство каротиноидов и хлорофилла не только в подобии строения каротиноидов и фитольной части молекулы хлорофилла (^{7, 8}), но и в том, что исходным началом в биосинтезе пигментов пластид является ацетил-КоА.

Ацетил-КоА — производное пантотеновой кислоты, аминокислоты тиоэтаноламин и трех остатков фосфорной кислоты — является аккумулятором энергии и биокатализатором. Основным источником образования ацетил-КоА служат углеводы, а также липиды, органические кислоты и аминокислоты.

Органические кислоты, как первичные продукты фотосинтеза, а также как продукты метаболизма важнейших веществ (углеводы, жиры, аминокислоты), играют ведущую роль в процессе биосинтеза пигментов пластид. Возможно, что за счет метаболических фондов этих веществ и регулируется через ацетил-КоА корреляции биосинтеза хлорофилла и каротиноидов.

Используя NaF, ингибитор образования пировиноградной кислоты из фосфоенолпирувата, и малонат, ингибитор цикла Кребса, мы исследовали, как проходит процесс биосинтеза пигментов в условиях ингибирования образования ацетил-КоА в растительном организме.

Семидневные этиолированные проростки ячменя, выращенные в песчаных культурах на половинной норме питательной смеси Гельригеля, выставляли на 12 час. под лампы ЛБ-30. Интенсивность освещения 10 тыс. лк. После 12-часовой экспозиции проростки срезали и инфильтрировали в них методом вакуум-инфильтрации растворы 0,05 M малоната и 0,05 M NaF.

Растворы готовили на фосфатном буфере (рН 6,67). Контролем служил фосфатный буфер (рН 6,67). После инфильтрации проростки подсушива-

ли, помещали срезами в те же растворы и переносили на 6 час. под лампы при тех же условиях освещения. Через 6 час. навески (2 г) фиксировали ацетоном, охлажденным сухим льдом. Пигменты экстрагировали смесью ацетона со спиртом (3:1) и разделяли на бумаге в смеси растворителей: петролейный эфир — ацетон — бензол (60:10:1). Пигменты элюировали с хроматограмм и концентрацию их определяли на ФЭК-М.

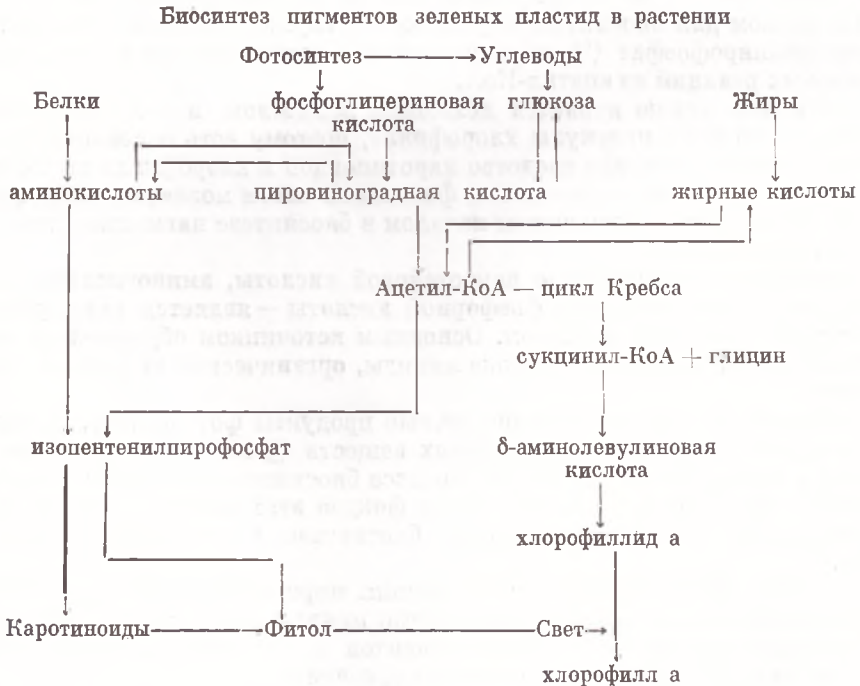
Было проведено три серии опытов в трехкратной повторности. Результаты представлены в табл. 1.

Полученные нами результаты показывают, что ингибиторы метаболизма органических кислот NaF и малонат различным образом влияют на биосинтез пигментов пластид зеленющих проростков ячменя.

Малонат, ингибитор цикла Кребса, тормозит образование хлорофилла и стимулирует биосинтез ксантофиллов, почти не влияя на содержание каротина. Стимулирующее действие малоната на биосинтез каротиноидов можно объяснить использованием его для биосинтеза мевалоновой кислоты — предшественника каротиноидов (9). Возможно, что ингибирование биосинтеза хлорофилла стимулирует по типу аллостерического действия биосинтез каротиноидов.

Ингибирование фтористым натрием процесса образования ацетил-КоА приводит к угнетению биосинтеза хлорофилла и каротиноидов, что свидетельствует о сопряженности биосинтеза хлорофилла и каротиноидов (схема 1). Таким образом процессы биосинтеза желтых и зеленых пигментов взаимосвязаны между собой исходным соединением — ацетил-КоА.

Схема 1



Биосинтез хлорофилла и каротиноидов осуществляется, по-видимому, по типу аллостерического действия промежуточных продуктов биосинтеза хлорофилла и каротиноидов, которые оказывают регулирующее действие на ферментные системы.

Таким образом, ингибирование образования ацетил-КоА угнетает образование пигментов хлоропластов.

Таблица 1

Влияние ингибиторов метаболизма органических кислот на биосинтез пигментов хлоропластов зеленеющих проростков ячменя (мг % сырого веса проростков)

Варианты	Хлорофилл а	Хлорофилл b	a+b	Каротин
NaF 0,05 M	20,06±0,17	7,31±0,08	27,37±0,08	1,50±0,02
Малонат 0,05 M	22,08±0,09	7,98±0,10	30,06±0,18	2,22±0,01
Контроль	25,28±0,14	8,42±0,13	33,70±0,14	2,18±0,01

(продолжение)

Варианты	Ксантофиллы				Сумма всех каротиноидов
	лютеин	виолаксантин	неоксантин	сумма ксантофиллов	
NaF 0,05 M	3,87±0,02	0,67±0,01	0,66±0,01	5,20±0,04	6,70±0,02
Малонат 0,05 M	5,01±0,02	1,34±0,02	1,22±0,01	7,57±0,03	9,79±0,05
Контроль	4,25±0,04	1,17±0,01	1,06±0,01	6,48±0,05	8,66±0,04

Генетическое средство хлорофилла и каротиноидов заключается не только в подобии строения каротиноидов и фитольной части молекулы хлорофилла, но и в общем источнике биосинтеза пигментов пластид — ацетил-КоА.

Украинская сельскохозяйственная академия
Киев

Поступило
22 II 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Т. Н. Годнев, Хлорофилл, его строение и образование в растениях, Минск, 1963, стр. 234. ² Т. W. Goodwin, Biochem. J., 70, 612 (1958). ³ Т. В. Гудвин, Тр. V международн. биохимич. конгресса, Симп. 7, 302, (1962). ⁴ R. E. Kay, V. Phinney, Plant Physiol., 31, 226 (1956). ⁵ Л. Роджерс, Т. Гудвин, Функциональная биохимия клеточных структур, М., 1970, стр. 191. ⁶ F. Lypen, H. Eggeger et al., Angew. Chem., 70, 738 (1958). ⁷ Т. Н. Годнев, Р. М. Ротфарб и др., Биохимия и биофизика фотосинтеза, «Наука», 1965, стр. 126. ⁸ В. С. Сааков, ДАН, 181, 1001 (1968). ⁹ М. Ф. Гулый, Основные метаболические циклы, Киев, 1968, стр. 262. ¹⁰ С. И. Лебедев, Физиологическая роль каротина в растениях, Киев, 1953, стр. 92.