

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. И. САПОЖНИКОВ и Ю. Б. ЛОПАТКИН

К ВОПРОСУ О РОЛИ КАРОТИНОИДОВ В ФОТОСИНТЕЗЕ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 6 III 1950)

В одной из наших работ ⁽¹⁾ было показано, что в процессе фоторедукции угольной кислоты происходит превращение каротина в ксантофилл.

Настоящая работа была поставлена с целью выяснения вопроса об изменении соотношения желтых фитохромов (каротиноидов) в процессе фотосинтеза и роли темновых реакций в этом изменении.

Листья различных растений (клен платанолистный, дуб черешчатый, конские бобы и др.) помещались в замкнутое пространство, в котором создавалась повышенная концентрация угольной кислоты (до 2%). Освещение производилось 300-ваттной лампой на расстоянии 25 см от листа.

Для выяснения роли темновых реакций мы пользовались двумя наркотиками: изоамиловым спиртом и серным эфиром.

Определение каротиноидов производилось по разработанным одним из нас методам ^(2, 3).

Из свежего листа вырезались два симметричных участка площадью в 4 см² с минимальным количеством жилок. Один из них использовался для опыта, а второй немедленно анализировался.

Опыт № 1. Настоящий опыт был поставлен с целью выяснить изменение соотношения каротиноидов в условиях, обеспечивающих фотосинтез. Данные опыта сведены в табл. 1, А.

Из данных этого опыта видно, что в течение первого получаса количество каротина увеличивается, а количество ксантофилла уменьшается. К концу часа восстанавливается то же соотношение, что и в начале опыта, а через 2,5 часа снова наблюдается сдвиг соотношения в пользу каротина. Сумма каротиноидов в течение опыта колеблется мало.

Опыт № 2. Первый опыт был повторен на другой день с тем же объектом, с той лишь разницей, что начало опыта было перенесено на час позже: вместо 10 час. утра опыт был начат в 11 час. утра.

Как видно из табл. 1, Б, в этом опыте в течение первого получаса количество каротина уменьшается, а количество ксантофилла увеличивается. Затем в течение 2 час. количество каротина увеличивается, а количество ксантофилла уменьшается, так что через 2,5 часа после начала опыта количество каротина даже превышает количество ксантофилла.

В литературе имеется указание ⁽⁴⁾ на то, что у ананаса наблюдается отношение каротин : ксантофилл больше единицы. Из обоих приведенных опытов видно, что отношение каротин : ксантофилл колеблется в условиях опыта от 0,257 до 1,057.

Несмотря на то, что изменения в обоих опытах во времени не совпадают, характерен все же взаимно-обратный ход изменения содержания каротина и ксантофилла.

Таблица 1

Изменение соотношения каротиноидов в отрезанных листьях конского каштана при освещении в атмосфере, обогащенной углекислым газом

| Содержание в γ/г | Время освещения в минутах | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| А. Начало опыта в 10 час. утра | | | | | | |
| Каротин | 312 | 478 | 315 | 318 | 321 | 478 |
| Ксантофилл | 785 | 685 | 775 | 782 | 778 | 686 |
| Сумма каротиноидов | 1097 | 1163 | 1090 | 1100 | 1099 | 1164 |
| Каротин : ксантофилл | 0,397 | 0,698 | 0,406 | 0,406 | 0,412 | 0,697 |
| Б. Начало опыта в 11 час. утра | | | | | | |
| Каротин | 296 | 246 | 292 | 415 | 555 | 282 |
| Ксантофилл | 790 | 958 | 798 | 676 | 525 | 710 |
| Сумма каротиноидов | 1086 | 1204 | 1090 | 1091 | 1075 | 992 |
| Каротин : ксантофилл | 0,375 | 0,257 | 0,366 | 0,612 | 1,057 | 0,397 |

Опыт № 3. Следующий опыт был поставлен с целью выяснения действия наркотиков, задерживающих темновые реакции фотосинтеза, на изменение отношения каротин : ксантофилл. С этой целью в камеру вносились легко испаряющиеся поверхностно-активные вещества (эфир, изоамиловый спирт), в концентрации около 13 объемн. %. В табл. 2 приводятся данные опыта с изоамиловым спиртом. Объект — конские бобы.

Таблица 2

Действие паров изоамилового спирта на соотношение желтых фитохромов в листьях конских бобов при освещении в атмосфере, обогащенной углекислым газом (время освещения 45 мин.)

| Содержание в γ на 1 г свежего веса | К началу опыта | с CO ₂ | с CO ₂ и изоамиловым спиртом |
|------------------------------------|----------------|-------------------|---|
| Каротин | 107 | 96 | 63 |
| Ксантофилл | 170 | 188 | 220 |
| Сумма каротиноидов | 277 | 284 | 283 |
| Каротин : ксантофилл | 0,629 | 0,511 | 0,286 |

Как видно из табл. 2, количество каротина за 45 мин. освещения в варианте с углекислым газом несколько снижено по сравнению с первоначальным. Отношение каротин : ксантофилл равно 0,511. Вариант с наркотиком обнаруживает еще больший сдвиг в пользу ксантофилла — отношение каротин : ксантофилл равняется 0,286.

С. Я. Зафрен ⁽⁵⁾ на основании своих опытов считает, что восстановление ксантофилла в каротин есть энзиматическая реакция. Поэтому можно объяснить уменьшение отношения каротин : ксантофилл замедлением темновых (энзиматических) реакций под действием наркотиков.

Ряд опытов, поставленных с наркотиками, обнаружил аналогичную закономерность — при действии наркотиков происходит уменьшение отношения каротин : ксантофилл.

В табл. 3 сведены результаты этих опытов.

Таблица 3

Влияние наркотиков на отношение каротин:ксантофилл
(время освещения 45 мин.)

| Объект | Наркотик | Отношение каротин:ксантофилл | |
|---------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | с CO_2 | с CO_2 и наркотиком |
| Конский каштан | Эфир | 0,531 | 0,395 |
| " | " | 0,420 | 0,300 |
| Папоротник "аспидиум" | " | 0,437 | 0,293 |
| Хвощ полевой | " | 0,451 | 0,402 |
| Клен платанолистный | Изоамиловый спирт | 0,522 | 0,239 |
| Дуб черешчатый | " " | 1,036 | 0,469 |
| Водосбор обыкновенный | " " | 0,456 | 0,377 |

Как видно из данных табл. 3, задержка темновых реакций фотосинтеза под действием наркотиков приводит к снижению отношения каротин:ксантофилл у разных растений в различной степени. Наибольшее отклонение наблюдается у дуба черешчатого, а наименьшее — у хвоща полевого.

Из приведенных в настоящей работе данных можно сделать следующие выводы:

1. В условиях, благоприятных для процесса фотосинтеза, отношение каротин:ксантофилл изменяется.
2. Задержка темновых реакций фотосинтеза приводит к уменьшению этого отношения.
3. Во всех случаях отмечается, что увеличению количества каротина соответствует уменьшение количества ксантофилла и обратно.

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

Поступило
6 III 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. И. Сапожников, Биохимия, 2, в. 5 (1937). ² Д. И. Сапожников, ДАН, 60, № 8 (1948). ³ Д. И. Сапожников, ДАН, 60, № 6 (1948).
⁴ О. С. Magistad, Plant Physiol., 10, 187 (1935). ⁵ С. Я. Задрен, Биохимия, 9, в. 2—3 (1944).