

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

К. СУХОРУКОВ и В. ФИЛИПОВ

ГОРМОНЫ КЛЕТОЧНОГО ДЕЛЕНИЯ У ХЛОПЧАТНИКА

(Представлено академиком А. А. Рихтером 1 VII 1940)

Значение гормонов клеточного деления в ростовом процессе высших растений в настоящее время не вызывает сомнений. Последние годы приносят много новых фактов о самом механизме участия гормонов этой группы в клеточных процессах, именно, в процессах обмена веществ через вероятное вхождение их в ферменты и ферментативные системы^(10, 11). Несомненно, что само название «гормоны клеточного деления» носит уже несколько условный характер, так как они входят не только в клетки меристематических тканей, но и в клетки дифференцированных тканей, разница заключается только в количественных соотношениях.

Гормоны клеточного деления, участвуя в процессах клетки, могут также резервироваться и сохраняться в форме пока еще неизвестных соединений с белком^(7, 9); приходится говорить о гормонах клеточного деления в свободном состоянии и связанном—первые легко выделяются экстракцией, вторые выделяются лишь после распадов белка.

Для исследования гормонов клеточного деления мы остановились на хлопчатнике, который, по нашему мнению, представляется очень удобным объектом для этих целей—длительный период роста и плодообразования, большая отзывчивость на ряд внешних воздействий и обильное отложение запасных веществ в стебле.

Опытные постановки и сбор материала проведены на Ферганской хлопково-люцерновой опытной станции летом 1939 г. с сортом 8517 (*Gossypium hirsutum*). Основное внимание было обращено на динамику веществ биоса и витамина В₁ в стеблях и плодах. Биос и витамин В₁ извлекались из высушенных растений 80%-ным спиртом при получасовом нагревании на кипящей водяной бане; из экстрактов спирт удалялся выпариванием, остаток мерно растворялся в дистиллированной воде. Биос определен дрожжевым методом, витамин В₁ с витамин-пиримидином и витамин-тиазолом по методу Шоппера; растворы гормонов в питательные среды для дрожжей и *Phycomyces nitens* вводились из расчета их содержания в 0,01 г сухого вещества растения на 1 см³ питательной среды. Каждое определение проведено в четырехкратной повторности, количество гормонов выражено в относительных величинах—количество дрожжевых клеток и сухой вес мицелия на контрольных средах принят за единицу.

Изменение веса стеблей у хлопчатника в период цветения. Хлопчатник, подобно древесным растениям, накапливает в стебле значительное количество запасных веществ. Для

хлопчатника из Ферганской долины это было показано микрохимическим методом в работах Клинг (3,4), которая установила ряд закономерностей в отложении и расходовании крахмала. Количество запасных веществ стебля нарастает при повышенной ассимиляционной деятельности растения и падает в периоды повышенных трат органического вещества; другими словами, масса стебля изменяется за счет изменения в нем количества пластических веществ и структурных, нарастающих при росте. При относительных расчетах гормонов клеточного деления учет изменения количества пластических веществ будет говорить до некоторой степени о зависимости траты пластических веществ и гормонов. Приведем данные по изменению абсолютно сухого веса главного стебля одного растения, как среднее для 20 растений, в период массового цветения и плодообразования. Учет проведен в конце июля и первой половине августа, растения взяты с полевых делянок, часть растений на делянках подвергалась полному затенению в течение 15 дней, у части растений удалялись бутоны, цветы и плоды с 25 июня. Приводим эти данные:

| | | | | |
|---|------------------------|--------|---------|---------|
| Растения нормальных условий произрастания | Даты взятия проб | 24 VII | 6 VIII | 25 VIII |
| | Вес абс. сух. 1 стебля | 16,08 | 15,07 | 26,02 |
| Растения затененные | То же | 1 VIII | 10 VIII | 14 VIII |
| | | 15,79 | 13,86 | 7,71 |
| Растения с удалением бутонов, цветов и плодов | » | 24 VII | 6 VIII | 15 VIII |
| | | 23,94 | 40,27 | 48,22 |

Приведенные цифры не претендуют на большую точность, но все же дают представление об общем изменении массы стебля; цифра некоторого падения веса стебля в начале августа у нормальных растений не является случайной, то же самое наблюдалось у растений с другими участков и, видимо, стоит в связи с усиленным цветением и плодообразованием в этот период. При затенении вес стебля за 15 дней уменьшается вдвое, листья начинают желтеть и опадать, опадают также бутоны и молодые коробочки. При удалении плодоеlementов вес стеблей за 20 дней увеличивается больше чем в два раза, растения образуют новые симподии, усиленно растет главный стебель, образуется много новых листьев. Из сопоставления приведенных цифр можно заключить, что на цветение и плодообразование тратится значительная часть запасов стебля, ассимиляционной деятельностью растения не покрывается общий расход органического вещества.

Вещества биоса и витамина B_1 в стеблях и плодах. В стеблях и плодах (из средней пробы) методом, указанным выше, определены вещества биоса и витамин B_1 с витамин-пиримидином и витамин-тиазолом. Все плоды средних размеров. Содержание дано в относительных величинах—количество дрожжевых клеток и сухой вес мицелия *Phycomyces nitens* на средах без добавления экстрактов приняты за единицу. Полученные цифры сведены в табл. 1.

Из сопоставления приведенных цифр можно сделать некоторые заключения. Стебель довольно богат веществами биоса и витамином B_1 ; удаление цветов повысило через 28 дней примерно на 20% содержание в стеблях того и другого гормона, но это повышение не соответствует общему увеличению массы одного стебля; мы пока не устанавливаем соотношений между количеством гормонов и количеством подвижных запасных веществ. Затенение понизило содержание гормонов в стебле и особенно витамина B_1 , содержание которого в период затенения резко падало; содержание веществ биоса при затенении выразилось в колеблющихся цифрах, объяснение чему мы дадим ниже. То длительное затенение, которое мы применяли,

Таблица 1

Содержание биоса и витамина В₁ в стеблях и плодах хлопчатника

| Даты | 27 VII | | 15 VIII | | 20 VIII | | Примечания |
|---|--------|------------------------|---------|------------------------|---------|------------------------|--|
| | Биос | Витамин В ₁ | Биос | Витамин В ₁ | Биос | Витамин В ₁ | |
| Определяемые вещества | | | | | | | |
| Условия роста и части растения | | | | | | | |
| Нормальные растения | | | | | | | |
| Стебли | 3,10 | 101,0 | 2,30 | — | 6,80 | 102,1 | |
| Плоды | 10,00 | 125,0 | 7,70 | 88,0 | 8,60 | 83,0 | |
| Растения с удаленными цветами и плодами | | | | | | | |
| Стебли | 3,00 | — | — | — | 8,70 | 121,2 | Удаление цветов начато 25 VI |
| Растения затененные | | | | | | | |
| Стебли | 5,50 | 86,0 | 9,40 | 48,0 | 4,10 | 18,9 | Затенение применено за 5 дней до взятия первой пробы |
| Плоды | 5,90 | 111,0 | 2,60 | 104,0 | 1,70 | 114,0 | |

вызавшее у растений массовое опадение плодоземель и листьев и уменьшение в стеблях гормонов клеточного деления, указывает, что основным местом образования последних является ассимилирующий лист; возможное поступление через корень, как это устанавливают Bonner и Greene (8) по ряду растений для витамина В₁, у хлопчатника, произрастающего на почвах Ферганской долины, существенного значения не имеет. Обращает на себя внимание относительное постоянство содержания витамина В₁ в плодах, чего нельзя сказать о свободном биосе, последовательно уменьшающемся по дням затенения. Постоянство витамина В₁ в плодах уже обратило на себя внимание ряда исследователей. Leong (12) указывает на его неизменяющееся содержание в зерновках пшеницы и ячменя при различных обработках почвы и удобрениях, то же самое устанавливают Scheunert и Wagner (13), незначительное колебание содержания в зерновках пшеницы по разным сортам отмечает Мурри (5).

Колебание содержания веществ биоса у древесных растений в листьях в течение вегетационного периода, суток, в период листопада и при погодных изменениях наблюдал Гаврилов (2); Ракитин и Ярковая (6) также наблюдали заметные изменения количества свободного биоса по разным частям растения ко времени листопада. Нарастание свободного биоса в растении происходит или в результате распада клеточных белков (1), или в результате его повышенного синтеза на свету в листе (7). Взаимоотношения между клеточными белками и гормонами клеточного деления представляют известный интерес, однако имеющиеся факты далеко не исчерпывают вопроса. Мы провели исследование по выяснению соотноше-

ний гормонов в свободном состоянии и связанном для стеблей. Гормоны в связанном с белком состоянии определялись в сухих размолотых стеблях после 3-суточного воздействия на них пепсинсоляной кислотой; свободные гормоны предварительно извлекались 80%-ным спиртом, как было указано выше. В анализ взяты разные образцы стеблей одного и того же сорта хлопчатника № 8517. В табл. 2 приводятся данные анализа в относительных величинах.

Таблица 2

Гормоны клеточного деления стеблей в свободном и связанном состоянии

| Образцы стеблей | Биос | | Отношение своб./свя- зан. | Витамин В ₁ | | Отношение своб./свя- зан. |
|-----------------|---------|---------|---------------------------------|------------------------|---------|---------------------------------|
| | свобод. | связан. | | свобод. | связан. | |
| 1-й | 5,65 | 1,70 | 3,3 | 128,8 | 64,8 | 2,0 |
| 2-й | 2,20 | 3,45 | 0,7 | 149,6 | 66,4 | 2,2 |
| 3-й | 3,95 | 7,55 | 0,5 | 83,2 | 48,0 | 1,7 |

Из цифр анализов видно, что соотношения для биоса очень непостоянны (0,5—3,3), тогда как для витамина В₁ намечается относительное постоянство (1,7—2,2). Воздерживаясь от дальнейших толкований, мы все же считаем возможным предполагать, что резкие колебания содержания свободных веществ биоса могут объясняться значительными переходами этих веществ из одного состояния в другое.

Сделаем выводы. В стеблях хлопчатника наряду с отложением пластических веществ происходит запасание и гормонов клеточного деления— биоса и витамина В₁.

Местом образования последних у хлопчатника является ассимилирующий лист. При исключении фотосинтеза запасенные в стебле гормоны тратятся растением, особенно быстрый вынос устанавливается для витамина В₁. Обеднение стебля гормонами клеточного деления сопровождается опадением плодоземелентов и листьев. Сформировавшиеся плоды (коробочки) показывают постоянство содержания витамина В₁, что, видимо, свойственно плодам и других растений. Вещества биоса, при исключении их образования растением, заметно уменьшаются в плодах.

Определение биоса и витамина В₁ в свободном и связанном с белком состоянии показало отсутствие постоянства соотношений для биоса и относительное постоянство для витамина В₁.

Кафедра физиологии и биохимии растений
Томского университета им. В. В. Куйбышева

Поступило
2 VII 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Р. Вернер и Е. Г. Клиг, Тр. ком. по ирриг., вып. 3 (1934). ² К. И. Гаврилов, ДАН, XXII, № 6 (1939). ³ Е. Г. Клиг, Тр. Ин-та физиол. раст. АН, т. 2 (1937). ⁴ Е. Г. Клиг, Физиол.-анат. исслед. хлопчатника в связи с устойчивостью к вилту (рукопись) (1938). ⁵ И. К. Мурри, Докл. Акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, № 23—24 (1939). ⁶ Ю. В. Ракитин и Л. М. Яркокая, ДАН, XXII, № 8 (1939). ⁷ К. Сухоруков, Е. Клиг и Д. Клячко, ДАН, № 7—8 (1935). ⁸ J. Bonner a. J. Greene, Bot. Gaz., 101, № 2 (1939). ⁹ J. D ag y s, Protoplasma, 28, 295 (1937); 31, 524 (1938). ¹⁰ A. Janke, Ztbl. f. Bakt. usw., Abt. 11, 100, № 18/23 (1939). ¹¹ N. Koalthe u. P. Studler, Ergebn. d. Physiol., biol. Chem. und exp. Pharmakol., 41 (1939). ¹² P. C. Leong, Bioch. Journ., 33, № 9 (1939). ¹³ A. Scheunert u. K. H. Wagner, Bioch. ZS., 303, 3—4 (1939).