Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 6

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. Е. КАМНЕВ и М. Х. ЗАКИЯН

ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА НАКОПЛЕНИЕ КЛЕТКАМИ И ТКАНЯМИ КОРНЕЙ КРАСИТЕЛЕЙ И НА ОТЛОЖЕНИЕ ИХ В ГРАНУЛЫ

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 25 VIII 1955)

Корневая система обычно солнечными лучами непосредственно не освещается, но она испытывает косвенное влияние условий освещения, что видно из работ Н. А. Максимова и др. ([2]) и Е. И. Ратнера ([5]).

В качестве материала мы использовали зародышевые корешки проростков проса (сорт «Веселоподолянский» №№ 21 и 334). Действию света подвергался весь проросток, его влияние на корешок изучалось методом прижизненного окрашивания.

Как показано многочисленными опытами ([4]), нормально функционирующие клетки, помещенные в раствор красителя, обычно откладывают последний в виде гранул. Интенсивность процесса гранулообразования зависит от условий жизнедеятельности клетки. Нарушение нормальной жизнедеятельности клетки приводит к торможению этой функции, образование гранул замедляется, и, наконец, полностью приостанавливается. На основании этого некоторые авторы делают предположение, что гранулообразование является защитной функцией клетки. Действие неблагоприятных условий вызывает повышение сорбционных свойств клетки: плазма и ядро ее начинают диффузно прокрашиваться. Характер распределения красителя в клетках исследуемого объекта определяется, таким образом, состоянием объекта. Влияние света на процесс прижизненного окрашивания отмечает ряд авторов ([1], [4], [8], [9]).

Работа проводилась нами следующим образом. В две одинаковые небольшие кюветы наливалось 15—20 см^3 0,0025%-го раствора нейтрального красного (в отдельных случаях использовался метиленовый синий). В каждую из них помещалось по 10—15 проростков проса. Затем одна из кювет выставлялась на интенсивный рассеянный солнечный свет а другая помещалась в темноту. Опыты проводились только в ясную солнечную погоду. В течение опыта соблюдалось равенство температур в обеих кюветах. Прокрашивание корешков велось путем непродолжительного пребывания проростков в красителе.

Исследование окрашенных корешков проводилось, главным образом, на тотальных препаратах. Препараты готовились из отсеченных кончиков корней проростков (участки длиной 1,5—2 мм), разрезанных продольно. Сравнивались препараты корешков, окрашенных на свету и в темноте. Изучено более 200 препаратов.

Прежде всего необходимо отметить, что как на свету, так и в темноте, реакция каждой части корня на витальное окрашивание весьма характерна.

Так, клетки корневого чехлика окрашиваются по-разному, соответственно различию в выполняемой ими функции. Старые клетки, составляющие самый поверхностный слой корневого чехлика, имеют крупные вакуоли, которые прокрашиваются быстро. В них часто можно наблюдать мелкие броунирующие гранулы красителя. Неокрашенным в таких клетках

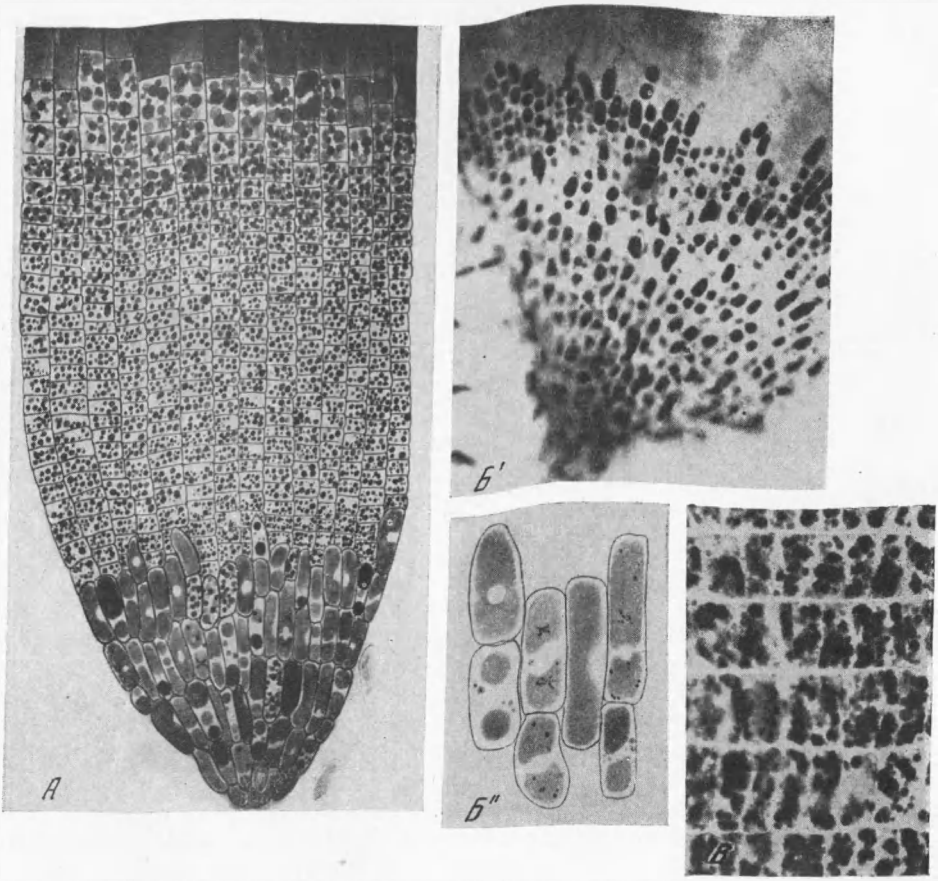


Рис. 1. *А* — клетки прижизненно окрашенного корешка проростка проса (схематизированный рисунок); *Б'*, *Б"* — прижизненно окрашенные клетки корневого чехлика (микрофото и схематизированный рисунок); *В* — гранулы красителя в клетках конуса нарастания) (микрофото)

остается лишь небольшой участок, где расположено ядро (рис. 1 *А, Б*). Неслущивающиеся, богатые плазмой клетки корневого чехлика окрашиваются иначе: в них краситель откладывается в гранулы, постепенно заполняющие всю клетку. Нередко особенно ярким цветом гранул отличаются клетки корневого чехлика, граничащие с конусом нарастания. В. Л. Комаров считает эту группу клеток «специально образовательной тканью». Наиболее ярко и четко процесс гранулообразования при витальном окрашивании корешков проростков проса наблюдается в клетках

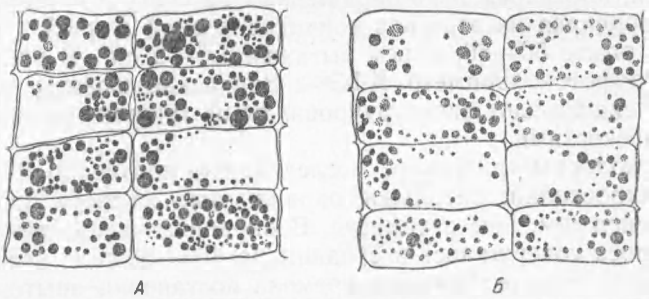


Рис. 2. Прижизненно окрашенные клетки корешка проростка проса (схематизированный рисунок). *А* — при освещении; *Б* — в темноте

конуса нарастания. Уже через 20—25 мин. после погружения проростка в краситель гранулы почти сплошь заполняют клетки конуса нарастания. Гранулы имеют правильную шарообразную форму (рис. 1 *А, Б*). Нет оснований предполагать, что здесь наблюдается прокраска вакуолей, так как известно, что зачаток органа состоит из клеток, еще не имеющих вакуолей, последние появляются лишь в дальнейшем развитии растений.

В клетках центрального цилиндра, имеющих развитый вакуолярный аппарат, витальный краситель конденсируется в вакуолях, очень часто в виде полумесяца, прилегающего к стенке вакуоли. При этом содержимое вакуоли остается бесцветным. Иногда образуются два полумесяца, смыкающиеся своими краями. Подобный характер витального окрашивания наблюдали и другие авторы ([10]).

В клетках молодой части корня, несущей корневые волоски, витальный краситель не откладывается в гранулы, столь характерные для клеток конуса нарастания. Вакуоли некоторых клеток окрашиваются не в красный, а в малиновый цвет, что свидетельствует о сдвиге pH содержимого клеток в щелочную сторону.

Таким образом, в условиях нормальной жизнедеятельности прижизненное окрашивание каждой зоны корня является характерным и специфическим.

В условиях освещения прижизненное окрашивание во всех частях корня протекает значительно интенсивнее, чем в темноте (рис. 2). Исключение составляют лишь самые поверхностные клетки корневого чехлика — и на свету, и в темноте они окрашиваются одинаково. Отсутствие реакции объясняется тем, что это клетки отмирающие. В клетках конуса нарастания корня освещенного проростка образуются особенно крупные и многочисленные гранулы. При витальном окрашивании в темноте образуется меньше гранул, и они не столь ярки, так как содержат значительно меньше красителя. Часто это различие в окраске корешков освещенных и неосвещенных проростков легко обнаруживается даже невооруженным глазом. При длительной окраске на свету сам раствор нейтрального красного становится токсическим и повреждает клетку. При том же сроке окраски в темноте подобное явление не наблюдается. После 2-часовой окраски проростков на свету во всех клетках корня наблюдается диф-

фузное окрашивание, что свидетельствует о повреждении объекта. В темноте за то же время видимого повреждения не наблюдается. Это свидетельствует об активации на свету процесса витального окрашивания.

Таким образом, микроскопическое изучение прижизненно окрашенного материала позволяет сделать вывод, что свет в значительной мере стимулирует процесс витального окрашивания клеток и тканей корней проростков проса и отложения проникшего в них красителя в гранулы.

Стимулирующее влияние освещения на прижизненное окрашивание корешков наблюдается также при колориметрировании спиртовых вытяжек из корней, предварительно окрашенных на свету и в темноте. Краситель экстрагировался из отрезков кончиков корней длиной 2 мм. Число проростков в опыте 50—80, объем вытяжки 1,5—2 $см^3$. В работе использовали электрофотоколориметр КФЭ-1. Заводские кюветы колориметра мы заменили специально сконструированными микрокюветами с параллельными плоскостями.

Данные колориметрического исследования подтвердили результаты витальной микроскопии: витальное окрашивание на свету протекает значительно интенсивнее, чем в темноте. В окрашенных на свету корешках проростков проса содержалось в среднем на 45% больше красителя, чем в окрашенных в темноте. Влияние времени постановки опытов на их результаты особенно наглядно проявилось в сентябре. За 10 дней с 19 по 29 IX в связи с понижением инсоляции концентрация краски в вытяжках уменьшилась более чем в 3 раза (с 0,00079 до 0,0020%).

Результаты работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Корешки проростков проса, несмотря на отсутствие в них хлорофилла, не являются индифферентными к действию света.

2. Сильное влияние света на корешки проявляется при витальном окрашивании последних: свет стимулирует прижизненное окрашивание. Активацию процесса на свету подтверждают также результаты колориметрирования вытяжек из окрашенных корешков.

3. Прижизненное окрашивание каждой части корня носит специфический характер.

4. В клетках конуса нарастания и молодых клетках корневого чехлика витальный краситель откладывается в гранулы. В окрашенных на свету корешках гранул больше и они крупнее.

5. Изучение прижизненно окрашенных корешков проростков проса показало, что в богатых плазмой растительных клетках конденсация красителя в гранулы подобна таковой в клетках животного организма. Существующее мнение, что в растительных клетках краситель откладывается только в вакуолярном аппарате, едва ли может быть распространено на молодые клетки, в частности на клетки конуса нарастания.

Ростовский на Дону государственный университет
им. В. М. Молотова

Поступило
22 V 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Э. Я. Граевский, Усп. совр. биол., 32, в. 3(6) (1951). [2] Н. А. Максимов, Е. В. Лебединцева, Т. А. Красносельская-Максимова, Изв. Главн. бот. сада, 23, в. 1 (1924). [3] К. Г. Мирошниченко, ДАН, 83, № 6 (1952). [4] Д. Н. Насонов, В. Я. Александров, Реакция живого вещества на внешние воздействия, 1940. [5] Е. И. Ратнер, Рефераты работ учреждений отд. биол. наук АН СССР, 1941—1943. [6] Д. А. Сабинин, Тимирязевское чтение, IX, 1949. [7] А. А. Шмук, Усп. совр. биол., 21, в. 109 (1946). [8] A. Paltauf, Sitzber. Wien, Abt., 1, 137 (1928). [9] M. Parat, Arch. d'anatom. micr., 24, 120 (1928). [10] P. Dangeard, Cytologie végétale et cytologie générale, 1947.