

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. А. ЯБЛОКОВА

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО
 pH_n И $гН_2$ ЭТИОЛИРОВАННЫХ И ЗЕЛЕННЫХ ПРОРОСТКОВ
ПШЕНИЦЫ**

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 7 VI 1954)

Исследовалось влияние световой энергии на состояние клеток листа проростков пшеницы в экспериментальных условиях. Для этой цели семена пшеницы Лютесценс 062 были посеяны в темной камере. Через 10 дней после посева часть этиолированных проростков была перенесена в камеру, освещенную электрической лампой в 40 вт (на расстоянии около 0,5 м), где горшки с растениями выдерживались от одного до трех дней. Остальные растения в качестве контроля были оставлены в темноте.

Затем было проведено сравнительное изучение прижизненных значений pH_n и $гН_2$ на поперечных срезах листьев этиолированных и зеленых проростков. Внутриклеточная кислотность (pH_n) вакуолей зеленых листьев имеет щелочную реакцию.

При окраске зеленой клетки прижизненно нейтральной красной внутриклеточная кислотность ее вакуоли определяется величиной $pH_n \approx 7,5-8,0$. У первого листа 10-дневных этиолированных проростков пшеницы клеточный сок оказывается значительно более кислым: $pH_n \approx 6,0-5,5$. Нейтральной красной вакуоли этиолированных листьев окрашиваются в светломалиновый цвет в то время, как у зеленых листьев они прокрашивались в светложелтый и апельсиновый цвет.

Укисление реакции вакуоли у этиолированных растений позволяет предположить, что собственно цитоплазма может в этом случае несколько ощелачиваться и вследствие этого может приобретать повышенный потенциал отрицательного заряда.

Анализ этиолированных проростков, выставленных на свет, после их позеленения показал, что под влиянием освещения реакция клеточного сока листьев резко изменилась в сторону его ощелочения. pH_n вакуолей стало $\approx 7,5-8,0$. Клетки окрашивались нейтральной красной в апельсиновый и светложелтый цвет, часть клеток не окрашена. В хлоропластах клеток этих листьев можно видеть гранулярное их строение и красную флуоресценцию хлорофилла при наблюдении их в ультрафиолетовых лучах флуоресцентного микроскопа.

Лишь в единичных клетках позеленевшего листа можно было наблюдать слабо кислую реакцию вакуолей, соответствующую $pH_n \approx 6,0$ и $\approx 6,0-6,5$. Такое отклонение в кислотности их клеточного сока от основной массы паренхимы этого листа мы усматриваем как результат воздействия световой энергии недостаточной напряженности в условиях нашего опыта. Пластиды, образовавшиеся в этих клетках были лишены хлорофилла и отличались повышенной чувствительностью к освещению препарата на столике микроскопа — сразу же переходили на боковые стенки клеток, чего не происходило с хлоропластами клеток со щелочными вакуолями.

Определение внутриклеточного rH_2 у темновых листьев при помощи слабого водного раствора толуидиновой сини показало, что клетки этиолированных листьев, имеющие rH_n вакуолей $\approx 6,0-5,5$, окрашиваются этим индикатором, в основном, в зеленый, и отчасти, синий и голубой цвет. Окрашивание происходит за счет анионов толуидиновой сини (зеленое окрашивание), и частично — катионов (синие и голубые оттенки). rH_2 больше 14 и в части клеток около 14. А E_n имеет положительный знак.

Если мы вычислим величину E_n вакуолей темновых листьев при данном rH_n их клеточного сока по соответствующей формуле: $E_n = 0,029(rH_2 - 2rH)$, то мы получим не только знак его заряда, но и примерную его величину. Для основной массы этиолированных клеток с зеленеющими от толуидиновой сини вакуолями: $E_n = 0,029 (> 14 - \approx 12)$; $E_n = > + 58$ мв. Для меньшей части клеток с синеющими от примененного красителя вакуолями, исходя из этой же формулы: $E_n \approx + 58$ мв.

В данном случае не имеет особого значения абсолютная величина потенциала E_n . Тот факт, что потенциал этот для вакуоли имеет положительный знак, лишний раз подчеркивает, что собственно цитоплазма может нести значительный потенциал отрицательного заряда. Это характерно для этиолированных листьев.

Определение внутриклеточного rH_2 у листьев после выставления проростков на свет, т. е. у позеленевших листьев, выявило, что их клетки окрашиваются толуидиновой синью в фиолетовый цвет.

В данном случае rH_2 вакуоли ≈ 12 . E_n вакуолей на свету приобрело отрицательный знак. Об этом можно судить по тому, что вакуоли клеток окрашиваются в фиолетовый цвет исключительно за счет катионов толуидиновой сини.

Вычисляя E_n вакуолей при наличном rH_n клеточного сока световых листьев по той же формуле, получим: $E_n = 0,029 (\approx 12 - \approx 15)$; $E \approx \approx - 90$ мв. Вакуоли световых листьев обладают, как мы уже сказали, отрицательным потенциалом E_n и, очевидно, собственно цитоплазма их, по сравнению с цитоплазмой этиолированных листьев, имеет сниженный потенциал отрицательного заряда.

Большой интерес заключается в том, что у этиолированных листьев rH_2 вакуолей > 14 , более окислительное, чем у зеленых и E_n у опытных и контрольных различно. У этиолированных листьев E_n вакуолей имеет положительный знак, а у зеленых — отрицательный. Таким образом, мы можем заключить, что действие световой энергии на лист сказалось на изменении кислотности и изменении знака потенциала E_n вакуолей.

Это видно и из того, что у этиолированных листьев вакуоли окрашивались толуидиновой синью в зеленый цвет (за счет анионов краски), а у зеленых — в фиолетовый (за счет катионов краски). Все это произошло, повидимому, потому, что отрицательный заряд собственно цитоплазмы на свету должен был уменьшиться.

Результаты проведенного исследования находятся в полном соответствии с данными В. И. Палладина ⁽⁶⁾, установившего отсутствие растворимых углеводов и слабое дыхание в этиолированных листьях бобов и повышение энергии дыхания после их кормления светом.

Мы иногда наблюдали слабо кислую реакцию вакуолей клеток $rH_n \approx 6,5-7,0$ в нижних ярусах листьев у взрослых растений некоторых культурных злаков, выращивавшихся в полевых условиях и находившихся в общем в хорошем состоянии. Это указывает на то, что с возрастом растений нижние листья попадают в условия некоторого, хотя и не столь значительного затенения, если это не было результатом дефицита некоторых минеральных элементов или естественного старения.

Резкую разницу мы обнаружили во внутриклеточном rH_n у растений в полевом опыте при следующих обстоятельствах: мы наблюдали кислую реакцию $rH \approx 5,5-6,0$ в клетках мезофилла листьев, пораженных

ржавчиной. В этих клетках наблюдались элементы некоторой дегенерации хлоропластов. Хлоропласты были несколько уменьшены в размере по сравнению с хлоропластами здоровых соседних клеток и другого оттенка — буроватого вместо нормально зеленого. Хлорофилл приобретает бурый оттенок при разрушении магния в его молекуле с образованием феофорбида (⁷). Побурение хлоропластов, очевидно, выявляет резкие химические изменения заключенного в них хлорофилла под влиянием инфекции. Эти растения были контрольными к озимой пшенице Чехословацкая, к подопытному варианту которой был применен специальный способ культивирования летних посевов озимой пшеницы с окучиванием по методу С. И. Радченко, автором которого и был нам любезно предоставлен полученный им в полевых условиях материал, в 1947 г. Подопытные растения характеризовались резко повышенной жизненностью, являвшейся результатом появления образований типа корневищ и выразившейся в увеличении общей мощности растений, повышении зимостойкости, урожайности, отсутствии инфекционных заболеваний и т. д.

Проведенный нами анализ этих мощных созревающих растений обнаружил наличие слабо щелочной реакции клеточного сока мезофилла листьев по всем их ярусам, характеризовавшимся $pH_n \approx 7,5-8,0$ (цвет окраски от нейтральной красной оранжевый и яркожелтый) *.

Таким образом, и здесь наблюдается та же закономерность: для ассимилирующей клетки, как и для вновь позеленевшей характерна слабо щелочная реакция вакуолей; для зеленых клеток при процессах снижения жизнедеятельности и отмирания, как для этиолированных, характерна кислая реакция клеточного сока.

Реакция клеточного сока зеленой клетки мезофилла листа при прижизненных исследованиях, повидимому, в известной мере может служить критерием физиологического состояния растения. Слабо щелочная реакция клеточного сока листьев, повидимому, связана с наибольшей функциональной жизнедеятельностью листьев, а также и всего растения. Поэтому дальнейшие исследования внутриклеточной реакции мезофилла листьев наряду с учетом состояния пластид (^{1,9,13}) могли бы послужить одним из весьма характерных показателей физиологического состояния растительного организма в стадийном развитии при выращивании растений в условиях различных агрофонов и различной агротехники в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Государственный естественно-научный институт
им. П. Ф. Лесгафта
Академии педагогических наук РСФСР

Поступило
2 VI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Г. Александров, М. И. Савченко, Тр. БИН АН СССР, сер. 7, в. 2 (1950). ² Е. Р. Гюббенет, Растение и хлорофилл, Изд. АН СССР, 1951. ³ С. И. Кузнецов, Усп. биол. химии, № 10 (1934). ⁴ В. Н. Любименко, Зап. АН СССР (1916). ⁵ Н. И. Некрасов, Усп. биол. химии, № 10 (1934). ⁶ В. И. Палладин, Зап. АН, 20, № 5, 26 (1907). ⁷ Е. Рабинович, Фотосинтез, 1, 1951. ⁸ С. И. Радченко, Тр. Инст. физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, 6, 2 (1949). ⁹ А. А. Табенцкий, Изв. АН СССР, сер. биол., № 1, 71 (1953). ¹⁰ К. А. Тимирязев, Солнце, жизнь и хлорофилл, 1948. ¹¹ В. Ю. Чаговец, Сер. докт. дисс., допущ. к защите в В.М.А. в 1902—1903 уч. г. № 94, вып. 1. ¹² Я. Е. Эллэнгорн, В. А. Яблокова, Бот. журн. СССР, № 5 (1948). ¹³ В. А. Яблокова, ДАН, 98, № 1 (1954).

* Если растения варианта опыта были второго года жизни, то контрольные к ним растения были первого года жизни, так как контрольные растения от посева в предыдущем году вымерзли на 100%.