

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Б. П. СТРОГОНОВ и Е. Ф. ИВАНИЦКАЯ

**ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СВЯЗИ
ХЛОРОФИЛЛА С БЕЛКАМИ ХЛОРОПЛАСТОВ У ХЛОПЧАТНИКА**

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 20 VI 1954)

Высокая концентрация солей в почве нередко вызывает отравление культурных растений, которое внешне проявляется в образовании на отдельных участках листьев солевых пятен. Пораженные участки листьев теряют зеленую окраску и приобретают светложелтый оттенок. Представляет интерес тот факт, что степень цветения хлорофилла в листьях является своеобразным показателем приспособления растений к условиям засоленных почв (¹, ²). Указанное явление свидетельствует о глубоком воздействии солей на хлорофиллоносный аппарат зеленого листа и о различной реакции хлопчатника на солевое воздействие.

Как известно, количество хлорофилла изменяется в зависимости от возраста и условий произрастания растений, тогда как физико-химические свойства его остаются неизменными. Однако наряду с этим физико-химические свойства белка хлоропластов и прочность связи пигмента с белком изменяются в зависимости от возраста и вида растений (³). Имеются указания, что прочность связи хлорофилла с белком изменяется и в зависимости от условий произрастания растений. В частности, у растений, произрастающих на засоленной почве, она заметно повышается (⁴).

Соответствующими исследованиями доказано, что катионы и анионы солей ускоряют извлечение хлорофилла из хлоропластов, причем ускоряющее действие ионов усиливается при повышении их концентрации (⁵). Поэтому можно полагать, что образование солевых ожогов у растений, произрастающих на засоленных почвах, сопровождается нарушением связи молекул хлорофилла с белками хлоропластов и последующим разрушением хлорофилла. Наряду с этим можно предположить, что у растений в процессе их приспособления к почвенному засолению возникают качественные изменения в хлоропластах, способствующие повышению связи молекул хлорофилла с белками.

Настоящее исследование проведено с целью установления влияния солей на прочность связи хлорофилла с белком у хлопчатника (*Gossipium hirsutum*), произрастающего в различных условиях почвенного засоления. Прочность связи хлорофилла с белком определялась по методу О. П. Осиповой (³), основанному на том, что при извлечении 90% спиртом определяется общее количество хлорофилла, а при экстрагировании 60% спиртом извлекается часть хлорофилла, наименее прочно связанная с белковым комплексом хлоропластов. Количество хлорофилла, экстрагированного 60% спиртом, выраженное в процентах от общего содержания его в листе, является показателем прочности связи пигмента с белками хлоропластов.

Для опытов использовались листья, высушенные до воздушно-сухого состояния. Для предохранения хлорофилла от разрушения листья сушились в темноте. Определение хлорофилла производилось на спектрофотометре системы Кенига — Мартенса. Сопутствующие определения хлора в листьях были проведены по методу А. Г. Шестакова и А. П. Качеева (⁶). В связи с поставленной задачей мы провели несколько опытов.

Опыт I. Использовались листья кустов хлопчатника сорта 1363, выращенных на слабо и сильно засоленных участках поля хлопководхоза № 6 в Мильской степи Азербайджана (см. табл. 1).

Таблица 1

Извлекаемость хлорофилла у хлопчатника, произрастающего на различных засоленных участках

Степень засоления участка	Извлекаемость хлорофилла в %	Содержание хлора в %
Слабая . .	27,90	1,83
Сильная . .	20,99	3,22

кустов хлопчатника сорта 2011, выращенные на слабо и сильно засоленных участках поля хлопководхоза № 6 в Мильской степи Азербайджана. Указанные листья помещались черешками в минерализованную грунтовую воду с общим содержанием солей 2,3%. Затем листья выдерживались в лаборатории в течение 5 час. в условиях рассеянного света. Результаты опыта показали, что разрушение хлорофилла в листьях хлопчатника со слабо засоленного участка идет значительно быстрее, чем в листьях хлопчатника с сильно засоленной почвы (см. табл. 3).

Опыт IV. В опыте использовались опавшие листья хлопчатника сорта 1363, культивируемого на полях хлопководхоза № 6 Мильской степи Азербайджана на сильно засоленных участках и солончаковых пятнах. Внезапное солевое отравление хлопчатника на этих участках вызвало заметное подвядание листьев и разрушение хлорофилла, вследствие чего листья теряли зеленую окраску, а через 2—4 дня опадали.

Солевое отравление растений на хлопковом поле имело массовый, но неравномерный характер; оно концентрировалось на отдельных участках поля, а в отдельных рядах отравленные растения чередовались с неотравленными. Нередко можно было видеть в одном и том же гнезде отравленное и здоровое растение. Специально проведенное исследование показало, что в данном случае произошел своеобразный отбор наиболее приспособленных и солеустойчивых кустов хлопчатника.

Массовое и внезапное отравление хлопчатника объясняется резким повышением содержания солей в корнеобитаемой зоне растений. В этот период прошли сильные дожди (за 10 дней 54,2 мм), и скопившиеся соли на поверхности почвы вмывались в корнеобитаемую зону растений (см. табл. 4). Результаты проведенного исследования показывают, что степень извлекаемости хлорофилла, т. е. прочность связи пигмента с белками хлоропласта, под воздействием солей подвергается значительному изменению.

У хлопчатника, произрастающего при повышенном содержании солей в почве и при накоплении их в листьях, заметно снижается степень извлекаемости пигмента из хлоропластов (табл. 1, 3). Характерно, что степень

Опыт II. Опытный хлопчатник сорта 1298 выращивался в условиях вегетационного домика (Москва). Засоление почвы производилось смесью солей (Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaSO_4 , NaCl , KCl , MgCl_2) из расчета 0,8% на сухой вес почвы. В одном случае создавалось хлоридно-сульфатное засоление с преобладанием сульфатов, а в другом — сульфатно-хлоридное с преобладанием хлоридов (см. табл. 2).

Опыт III был поставлен с целью вызвать солевые ожоги у листьев растений, различно приспособленных к почвенному засолению. Для опыта были взяты листья

Таблица 2

Извлекаемость хлорофилла у хлопчатника, выращенного в условиях различных типов почвенного засоления

Тип почвенного засоления	Извлекаемость хлорофилла в %	Содержание хлора в %
Хлоридно-сульфатный .	17,92	0,84
Сульфатно-хлоридный .	15,71	2,07

извлекаемости хлорофилла изменяется и в зависимости от типа почвенного засоления, т. е. от соотношения солей в почве. В условиях преобладания в почве хлоридов (и при большем скоплении их в листьях) извлекаемость хлорофилла несколько снижается (табл. 2). При наличии солевых ожогов (табл. 3) и при явно выраженном солевом отравлении (табл. 4) степень извлечения пигмента из хлоропластов резко повышается.

Следует отметить, что прочность связи пигмента с белком зависит от общего количества хлорофилла в листе. В наших опытах в этом отношении устанавливается определенная закономерность, а именно, по мере повышения содержания хлорофилла в листе увеличивается прочность связи его с белками хлоропластов.

Вследствие этого мы склонны полагать, что приспособление хлопчатника к почвенному засолению сопровождается качественным изменением

Таблица 4

Извлекаемость хлорофилла из листьев при солевом отравлении хлопчатника

Состояние растений	Извлекаемость хлорофилла в %	Содержание хлора в %
Нормальное	17,83	2,37
Отравление солями .	24,87	5,09

белкового комплекса хлоропластов. Эти изменения повышают устойчивость системы хлорофилл — белок в присутствии солей и обеспечивают должную интенсивность фотосинтеза хлопчатника в условиях почвенного засоления. Не исключена возможность, что стабилизация хлорофиллоносного аппарата обусловлена своеобразием азотистого обмена хлопчатника, произрастающего на засоленных почвах. Согласно существующим воззрениям (7) белки являются защитными веществами для хлорофилла, предохраняя его от разрушения. Поэтому повышенное содержание белков в органах хлопчатника, установленное многими исследователями (8), может явиться условием для стабилизации системы хлорофилл — белок при солевых воздействиях на зеленое растение. В пользу этого представления говорит то, что при явно выраженном солевом отравлении наблюдается глубокий распад белковых веществ (8), что объясняет установленное нами резкое падение прочности связи хлорофилла с белком и последующее разрушение пигмента (табл. 3, 4). Таким образом, степень устойчивости системы хлорофилл — белок является следствием и своеобразным показателем приспособления растений к неблагоприятным условиям внешней среды.

Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

Поступило
20 VI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. П. Строгонов, Л. Остапенко, ДАН, 30, № 1 (1941). ² П. А. Генкель, С. С. Колотова, ДАН, 39, № 5 (1943). ³ О. Осипова, ДАН, 57, № 8 (1947). ⁴ К. П. Марголина, Тр. Инст. физиол. раст. им. К. А. Тимирязева АН СССР, 7, в. 1 (1950). ⁵ Т. Н. Годнев, В. М. Терентьев, К. П. Пармон, Изв. АН БССР, № 3 (1948). ⁶ А. Г. Шестаков, А. П. Качеев, ДАН, 17, № 1—2 (1937). ⁷ Е. Рабинович, Фотосинтез, Перевод с англ. под ред. и с предисл. А. А. Ничипоровича, 1951. ⁸ Б. П. Строгонов, Физиология солеустойчивости хлопчатника, Изд. АН СССР, 1949.