

А.А. ШАХОВ

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

ИЗДАНИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ им. К. А. ТИМИРЯЗЕВА

ЛАБОРАТОРИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

им. Б. А. КЕЛЛЕРА

А. А. ШАХОВ

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Москва 1956

О Т В Е Т С Т В Е Н Н Ы Й Р Е Д А К Т О Р
доктор биологических наук
Е. И. Р А Т Н Е Р

СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ
академика
БОРИСА АЛЕКСАНДРОВИЧА КЕЛЛЕРА
посвящает свой труд автор

ОТ АВТОРА

Настоящий труд является итогом почти десятилетних полевых, экспериментальных и литературных исследований автора. Работа выполнена в Лаборатории эволюционной экологии и физиологии им. Б. А. Келлера, входившей до 1952 г. в состав Института леса АН СССР, а затем — в состав Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР.

За время исследования нам довелось проводить наблюдения в различных районах степной и пустынной зон Союза: в степях Кустанайской, Кокчетавской и Акмолинской областей, где развернулись огромные работы по освоению целинных и залежных земель; в пустынях Южного Прибалхашья, Джезказгана, Бетпак-Далы, Голодной степи и Кара-Кумов, раскинувшихся на необозримых просторах Казахстана и Средней Азии; в Ферганском, Бухарском, Хорезмском оазисах Средней Азии; на оз. Эльтон и Волго-Донском канале им. В. И. Ленина в Поволжье; в Сальянской степи Азербайджана; на новостройках Джезказгана, Небит-Дага и т. д. Основное место исследований — бывший Наурзумский заповедник Кустанайской области Казахской ССР.

В итоге наших исследований мы пришли к необходимости дать широкий анализ теоретических и практических работ в области солеустойчивости различных растений.

Поставив перед собой задачу монографического подхода к рассматриваемой проблеме как важному разделу экологии, физиологии и растениеводства, мы старались дать теоретическую основу современного учения о солеустойчивости растений.

В качестве такой основы мы предлагаем коллоидно-биологическую теорию солеустойчивости растений.

Если проведенное исследование будет способствовать сельскохозяйственному освоению засоленных земель, а также поднятию урожайности возделываемых на них культур, то будут вполне оправданы усилия, затраченные автором на выполнение данного исследования.

Снимки растений в природе, помещенные в книгу, сделаны автором.

В изучении углеводно-азотистого обмена большую помощь нам оказал научный сотрудник нашей лаборатории В. А. Зенченко, за что приношу ему глубокую благодарность.

Слова признательности и благодарности считаю своим долгом принести академику В. Н. Сукачеву, способствовавшему созданию настоящего труда, а также профессорам П. А. Генкелю, Е. И. Ратнеру, А. В. Благовещенскому, В. А. Ковде, А. А. Ничипоровичу и М. Я. Школьникову за ценные замечания при просмотре рукописи.

Глава I

ПРОБЛЕМА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ. ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

1. СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ КАК НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Разработка вопросов повышения урожайности сельскохозяйственных культур — одна из важнейших задач нашей сельскохозяйственной науки. В республиках и областях с засоленными почвами эта задача связана в той или иной мере с проблемой солеустойчивости растений.

В директивах XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1956—1960 гг. указано на необходимость ликвидировать отставание семеноводства, организовать ускоренное выведение и внедрение в производство более урожайных, высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур. В директивах отмечено, что в целях дальнейшего значительного увеличения производства хлопка надо считать необходимым в короткий срок создать в стране крупнейший район хлопководства, для чего произвести необходимые работы по орошению и освоению плодородных целинных земель в Голодной степи, где, как известно, немало засоленных земель.

Засоленные почвы имеются в областях зернового хозяйства и хлопководства, в районах свеклосеяния, садоводства, виноградарства и возделывания технических культур, в районах полезащитного лесоразведения и озеленения различных промышленных новостроек и т. д. Засоленность почвы, особенно так называемое вторичное засоление, ежегодно наносит большой урон указанным отраслям растениеводства и ограничивает расширение площадей под различные сельскохозяйственные культуры в засушливых районах страны.

Засоленные почвы, которых насчитывается до 10% всей поверхности суши Союза, занимают огромные пространства на юге и юго-востоке нашей страны, лежащие в области континентального соленакопления.

Почвенное засоление широко развито в низовьях рек Волги и Урала, в Восточном Закавказье, в степях и полупустынях Казахстана, в Западной, а местами и в Восточной Сибири, в пустынях и оазисах Средней Азии, в Армении. В Голодной степи, Центральной Фергане, Бухарской области, Мугано-Сальянском массиве, в низовьях рек Теджена и Мургаба, в долине р. Вахш, в Хорезме и Кара-Калпакии площади засоленных земель иногда достигают 50—60% всей орошаемой территории. По данным Б. В. Федорова (1954), 65% орошаемых земель республик

Средней Азии и Южного Казахстана в той или иной степени подвержено засолению и заболачиванию. Такие земли занимают в Туркмении 80 %, в Узбекской ССР — 70 %, в Южном Казахстане — 65 %, в Таджикистане — 30 % и в Киргизской ССР — 25 % (от земельного фонда каждой республики).

Одним из перспективных районов дальнейшего развития хлопководства в Средней Азии является Каракуль-Бухарский оазис, занимающий современную дельту р. Зеравшан. Однако площадь засоленных почв составляет здесь примерно 70 % общей площади земельных массивов.

В Алтайском крае, где развернулись грандиозные работы по освоению целинных и залежных земель, засоленные почвы занимают площадь до 1,5 млн. га (Орловский, 1955₁).

Почвенное засоление, как известно, имеет отрицательное значение. В степях и пустынях оно ухудшает пастбища, условия водоснабжения, транспорта и т. д. Особенно большой вред приносит засоление в орошаемой зоне.

По официальным данным Наркомзема СССР, на 1 января 1940 г. из общей орошенной площади республик Средней Азии и Закавказья (9 млн. га) 3,5 млн. га пустовали в силу засоления и заболачивания (Ковда, 1946).

За годы Великой Отечественной войны площади засоленных земель во многих районах возросли еще больше. Лишь в годы послевоенной пятилетки, в связи с быстрым подъемом социалистического сельского хозяйства и ростом посевных площадей, началось энергичное освоение засоленных и заброшенных перелогов.

Однако еще и поныне почвенное засоление в орошаемой зоне наносит огромный ущерб. Ухудшение качества земельного фонда, потеря почвами естественного плодородия и выпадение ряда площадей из хозяйственного оборота, увеличение затраты средств и труда на возделывание сельскохозяйственных культур тяжким бременем ложится на экономику орошаемого земледелия. По материалам ВАСХНИЛ известно, что в отдельные периоды по СССР ежегодно не использовалось в силу засоления и заболачивания до 80 тыс. га орошенных площадей. Засоление почвы сильно понижает урожайность культур. Так, по данным В. А. Шаумяна (1953), слабая степень засоленности почвы снижала урожайность хлопчатника на 10—30 %, средняя степень — на 30—60 % и сильная — на 60—80 %. По сообщению И. С. Рабочего (1954), за счет повышенной засоленности урожаи хлопка на средне засоленных почвах снижаются на 20—30 %, а на сильно засоленных — на 50 % и более.

Кроме выпадения из хозяйственного оборота крупных земельных массивов, засоленные почвы отдельными мелкими пятнами покрывают культурные поля, занятые посевами сельскохозяйственных растений. Площади подобных «солончаковых пятен» в некоторых случаях составляют 15—20 % всего орошенного земельного фонда оазисов. Такая пятнистость — явление, весьма распространенное. На рис. 1 показана пятнистость на хлопковом поле в Фергане, на рис. 2 — в Бухарской области, на рис. 3 — под посевами подсолнечника в Фергане.

Известно, что культура растений на почвах, подверженных засолению, сложнее и более трудоемка, чем на пресных почвах. В засоленных районах ежегодно прокладка и очистка сети дрен и коллекторов, проведение промывок почвы и другие профилактические мероприятия требуют больших затрат средств и труда.

Избыток водорастворимых солей в почве, влияя отрицательно на сельскохозяйственные растения, снижает урожай и ухудшает его качество. В результате засоления наша страна ежегодно теряет многие



Рис. 1. Солончаковое пятно с выцветами солей на хлопковом поле в Фергане



Рис. 2. Солончаковое пятно с выцветами солей на хлопковом поле в Бухарской области

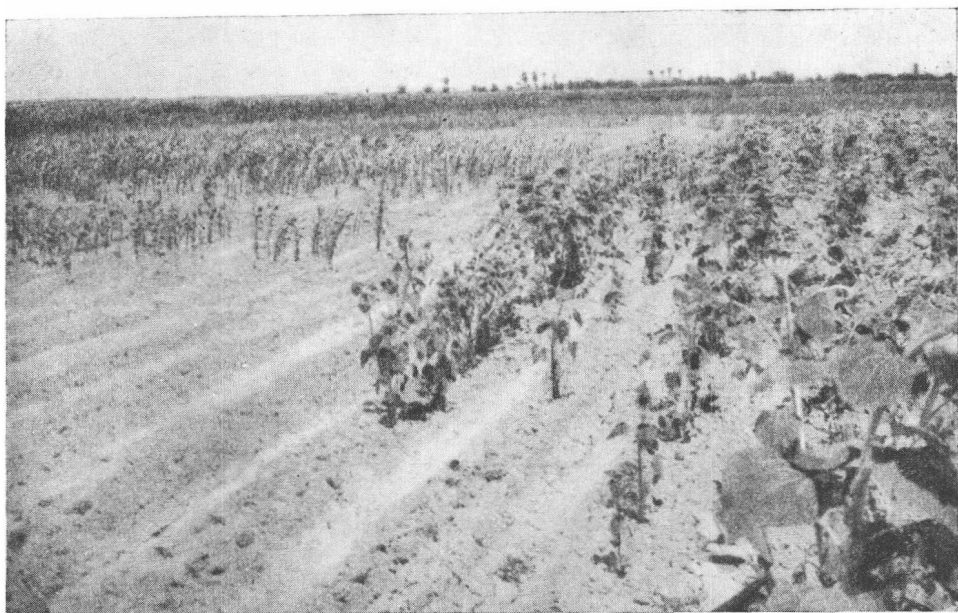


Рис. 3. Подсолнечник на солончаковом пятне в Фергане

тысячи тонн хлопка-сырца, зерна, овощей, фуражной люцерны и других сельскохозяйственных продуктов.

Нам приходилось бывать в колхозах Ташаузской области Туркменской ССР, где из 1000 га посевной площади 600—700 га были в той или иной степени засоленными. В колхозе «Туркменистан» Ильялинского района засоленными оказались 60% земель из общей площади 1330 га. Здесь минерализованные грунтовые воды располагаются на глубине от 70 до 140 см. В результате большого засоления земель этот колхоз в 1952 г. выполнил план по урожаю такой важной технической культуры, как джут, только на 46%. В колхозе им. Тельмана того же района весной 1952 г. из-за гибели всходов хлопчатника от засоления посев производили три раза, последний из них был 6 июня. В 1953 г. этот колхоз из 972 га посева в нормальный срок производил в мае подсев на площади около 300 га также ввиду гибели всходов от засоления. В результате оказалось большое недовыполнение плана хлопкосдачи.

Во всех районах Советского Союза, где на орошаемых площадях встречается почвенное засоление, широко развернуты большие мелиоративные работы.

Современные мелиоративные мероприятия по освоению засоленных земель и борьбе со вторичным засолением на орошаемых площадях построены на системе соответствующих воздействий на почву и грунтовые воды. Борьба с почвенным засолением при помощи мелиоративных и агротехнических мероприятий не должна исключать и другого важного направления — создания солеустойчивых растений и сортов.

Не отрицая огромного значения, которое имеют мелиоративные работы в борьбе за высокие урожаи сельскохозяйственных культур на засоленных землях, следует, однако, отметить, что в комплексе мелиоративных мероприятий обращается недостаточно внимания на биологические особенности самих растений, на их взаимоотношения с неблагоприятной почвенной средой и на способность растений приспособляться к почвенному засолению.

Построение рациональной агротехнической системы на засоленных почвах может базироваться только на глубоком понимании биологии самих растений в условиях почвенного засоления, на знании их эколого-физиологических свойств.

Почему же проблема солеустойчивости растений, несмотря на часто проводимые мелиоративные работы на засоленных землях (промывки и пр.), остается весьма важной проблемой сельскохозяйственного освоения обширных засоленных земель Советского Союза? Прежде всего это объясняется неудовлетворительным мелиоративным состоянием орошаемых земель.

Как пишет инженер А. Ростковский (1953) в статье «Насущные вопросы в области мелиорации земель в хлопководстве», исследования режима грунтовых вод свидетельствуют о том, что мелиоративное состояние орошаемых земель в отдельных зонах поливного хлопководства оставляет желать много лучшего. По наблюдениям за апрель 1952 г., в Южноказахстанской области уровень грунтовых вод по сравнению с соответствующим периодом 1951 г. по Ильичевскому району повысился на 12 см, Кировскому — на 28 см, Пахта-Аральскому — на 34 см, Шаульдерскому — на 66 см. О неблагополучии мелиоративного состояния земель в орошаемых районах Южноказахстанской области свидетельствуют и данные, характеризующие рост поливных площадей с близким к поверхности залеганием грунтовых вод. В Ильичевском районе, который считается наиболее благополучным в мелиоративном отношении по сравнению с другими районами Голодной степи, площадь орошаемых земель с уровнем грунтовых вод от 2 до 3 м с каждым годом возрастает. В сравнительно новом районе орошения — Кировском — отмечается интенсивное повышение уровня грунтовых вод. В особо неблагополучном положении находятся орошаемые земли Пахта-Аральского района, где почти на 30% пахотной площади уровень грунтовых вод колеблется в пределах 1—2 м от поверхности земли.

Основные причины, ухудшающие мелиоративное состояние земель, кроются в следующем.

1. Неправильное использование воды. По Ростковскому (1953), вода в оросительную систему из-за частых нарушений режимов орошения, плохой организации ночных поливов и бесхозяйственного использования поливной воды, нередко подается сверх нормы, установленной планом водопользования. Крупнейший в хлопководстве Южноказахстанской области — Пахта-Аральский район, несмотря на неблагополучное в мелиоративном отношении состояние земель, в 1949 г. перебрал сверх плана около 12, в 1950 г. — 42, в 1951 г. — свыше 10 и за вегетационный период 1952 г. — около 5 млн. м³ оросительной воды.

Неудовлетворительная подготовка орошаемых участков к поливу — невыровненный рельеф поля — мешает равномерному увлажнению почвы; отсутствие чима (дерна) для заправки поливных борозд с целью равномерного распределения воды и большая длина поливных борозд (до 200—300 м) приводят к переувлажнению поливных участков в низко расположенных местах.

Применение поливных норм без учета почвенных условий и глубины залегания грунтовых вод нередко можно видеть в районах Голодной степи.

Послеполивная обработка почвы, особенно часто наблюдающаяся при проведении форсированных поливов хлопчатника, производится несвоевременно.

На значительных площадях применяются так называемые подпиты-вающие поливы. Не говоря уже о том, что такие поливы уплотняют

пахотный слой почвы и усиливают испарение влаги, они пополняют в то же время грунтовые воды и повышают их уровень.

Промывные поливы, практикуемые на засоленных землях, проводятся большими нормами, без учета глубины залегания грунтовых вод и без соответствующей подготовки почв. По Пахта-Аральскому району в осенне-зимний период 1951 г. было промыто около 30% всех орошаемых земель. В результате сплошного напуска воды на неподготовленные площади промывка засоленных земель привела к отрицательным результатам. В ряде колхозов грунтовые воды выступили на поверхность, причем отдельные участки поливных земель в сельхозартелях им. В. И. Ленина и «Мыхталы» были до такой степени залиты водой, что даже в 20-х числах апреля на эти участки невозможно было въехать трактору для производства полевых работ.

Подача оросительной воды в колхозы производилась крайне неравномерно: в течение одной-двух декад подача воды в точках водовыдела колебалась в пределах 50—150% от плановой потребности. Это явление, наблюдаемое в ряде колхозов, вызывается многими причинами: поздним севом, неисправностью оросительной сети, отсутствием регулирующих сооружений в точках водовыдела, а также недостаточной оперативностью линейного персонала при распределении воды.

При фильтрации в оросительной сети происходит большая потеря воды, особенно при подаче воды в оросительную систему для хозяйственных нужд в осенне-зимний и ранневесенний периоды (например, по Кировской оросительной системе в Голодной степи). Вред от такого способа водоснабжения населенных пунктов в не вегетационный период выражается в том, что из подаваемой в каналы оросительной воды на хозяйственные нужды используется не более 5—10%; остальные же 90—95% уходят на пополнение грунтовых вод.

На коллекторной сети устраиваются всякого рода запруды, вызывающие подъем грунтовых вод и заболачивание орошаемых земель. Подобное явление наблюдалось, например, на Кош-Курганском массиве, в Бостандыкском районе, где плохая эксплуатация осушительных коллекторов и устройство на них перемычек привели к вторичному заболачиванию ранее осушенных земель.

II. Ухудшение водно-физических свойств и питательного режима почвы в результате неправильной промывки засоленных земель.

Нередко в результате промывок, особенно «грузными» нормами, почва в значительной степени лишается своего естественного плодородия, ибо вместе с вредными солями выщелачиваются и питательные вещества. Хлопчатник, посеянный на промытых почвах непосредственно после промывки, дает низкий урожай. При удалении избытка солей часть обменного натрия гидролизуеться, что вызывает повышение pH почвы; глина набухает и пептизируется; дренаж и аэрация почвы становятся затруднительными; подобные изменения могут вызывать низкие урожаи сельскохозяйственных культур. Поэтому для поддержания плодородия почв в первые годы освоения засоленных земель необходимо обогащение их минеральными и органическими удобрениями.

При проведении промывочных поливов нередко отмечается так называемая остаточная засоленность. При недостаточной промывной норме вредные соли трудно удалить полностью: часть солей остается в почве; в этом случае, при сильном остаточном засолении, растения будут обречены на гибель, а при меньшем засолении урожай резко снизится. Так, А. Е. Нерозин (1952) указывает на необходимость промывки до 0,01—0,02% Cl. Такое содержание хлора нельзя считать безвредным для сельскохозяйственных культур.

Явление остаточной засоленности, находящееся в тесной связи со сменой анионного состава, в условиях Мугани приводит, по А. А. Шошину (1954), в конце концов к содовому засолению, которое характеризуется повышенным содержанием поглощенного натрия (до 24% от емкости обмена), резко выраженной способностью к образованию корки, трещиноватости и глинистости, особенно при наличии высокого содержания фракции коллоидов (до 46%) в механическом составе почв. В подобных условиях возникает ряд трудностей в возделывании ведущих культур травопольного севооборота — люцерны и хлопчатника.

Хотя основным средством удаления избытка вредных солей является промывка, на бесструктурных почвах это вызывает лишь кратковременное рассоление корнеобитаемого слоя (Рабочев, 1953₂). Подобные почвы, так же как и засоленные, вышедшие из-под люцерны, нуждаются в профилактических промывках через два-три года после посева хлопчатника.

Вредность процессов засоления проявляется и в том последствии засоления, которое обнаруживается (при известном характере засоления) в итоге опреснения почвы — в явлениях солонцеватости почв. В пустынной, искусственно орошаемой, зоне явления солонцеватости почв иногда выражаются в быстрой и неожиданной гибели культурных растений, например, после полива, а чаще всего в образовании агротехнически неблагоприятного уплотненного подпахотного горизонта, имеющего малую водопроницаемость, повышенную дисперсность и щелочность (Елсуков, 1954).

III. Сезонное засоление пахотного слоя. Хотя применение ежегодных промывок и усиленных поливов приводит на староорошаемых участках в центральных и верхних частях оросительных систем к опреснению почв и грунтовых вод, все же в конце вегетационного периода, в течение осени, а также при сухой зиме и весне происходит значительное засоление пахотного слоя, в котором содержание солей увеличивается до 1—1,5%.

В низовьях р. Аму-Дарьи, где солевой режим орошаемых почв резко меняется в зависимости от поливов, к концу вегетационного периода степень засоления в верхнем полуметровом слое почв обычно сильно возрастает. Еще больше увеличивается степень засоления почв в течение осени (Герасимов, Ковда и Летунов, 1952).

Кроме того, в маловодные годы, которые довольно часто бывают, например, в Бухарской области, когда полив хлопчатника производится всего лишь один-два раза, концентрация почвенного раствора сильно возрастает уже среди лета.

IV. Полив засоленной водой. В связи с расширением посевных площадей за счет перелогов и солончаков в ряде районов Средней Азии возникает недостаток пресной поливной воды; это обстоятельство вызывает необходимость использования коллекторных, дренажных или грунтовых минерализованных вод. В Бухарской области в маловодные годы в опытным порядке используются минерализованные воды с концентрацией солей до 8 г/л. В. Е. Кабаев (1954) указывает, что в связи с недостатком поливной воды возможно проведение поливов дренажной водой, которая обычно в условиях Бухарской области содержит солей 1,8 г/л. Дренажную засоленную воду используют на Федченковском опытном поле.

В. А. Ковда (1946) пришел к выводу, что поливные воды должны учитываться как источник солей даже в случае пресных оросительных вод. Но орошаемое земледелие зачастую принуждено пользоваться водой повышенной минерализации, что является одним из источников соленакопления в почве.

Названный автор указывает, что пределом допустимого содержания солей в поливной воде является величина около 1 г/л. Оросительные воды наиболее крупных ирригационных систем Средней Азии и Закавказья обычно имеют меньшую концентрацию солей: воды Сыр-Дарьи — 0,28 г/л, Аму-Дарьи — 0,4 г/л, р. Сох — 0,2 г/л, Зеравшана — 0,3 г/л и т. д. Однако воды ряда рек Средней Азии и Закавказья, используемые для орошения, характеризуются более высокой минерализацией. Так, в юго-западной Туркмении используются для орошения воды р. Атрек, содержащие солей 1—3 г/л; воды р. Вахш содержат 0,8 — 1 г/л; р. Аракс — 3,0 — 1,4 г/л; р. Ширабад-Дарьи — 3,0 г/л. В Голодной степи дренажные воды, используемые для полива, содержат солей 4—6 г/л.

Ковда считает, что при современном техническом уровне орошения даже пресные оросительные воды в специфических условиях могут и, несомненно, вызывают явления сильного засоления почв за счет многовекового притока солей с поливными фильтрационными и сбросными водами. Особенно возрастает значение поливных вод как источника солей в случаях применения вод повышенной минерализации (более 1 г/л) на фоне недостаточной дренированности почв.

V. Засоление почвы при внесении минеральных удобрений. Как известно, среди калийных удобрений в настоящее время наибольшее применение имеют хлористый калий и 30—40%-ная калийная соль. Применяются также низкопроцентные калийные соли — сильвинит и каинит. Во всех этих удобрениях калий содержится в виде KCl с примесью NaCl и других солей. В сильвините содержание NaCl выше, чем содержание KCl. В качестве удобрения применяются также и K_2SO_4 , калимагнезия и другие соли, которые в большом количестве содержат ионы Cl, Na и Mg. В целях правильного применения этих солей необходимо знать их влияние на физиологические и биохимические свойства растений; это может быть выяснено лишь при широкой разработке проблемы солеустойчивости растений.

Из изложенного видно, что даже при соблюдении многих мелиоративных мероприятий мы не застрахованы окончательно от возможного пагубного влияния почвенного засоления на урожай сельскохозяйственных культур; эта угроза возрастает в тех случаях, когда не соблюдается весь комплекс мелиоративных мероприятий.

Развитие сельского хозяйства диктует необходимость расширения посевных площадей за счет использования засоленных почв и создания солеустойчивых сортов. Наше зерновое хозяйство, сильно расширяющее посевные площади на залежных и целинных землях, и, в частности, продвижение кукурузы в новые южные и юго-восточные районы страны, нуждается в создании высокоурожайных засухо- и солеустойчивых сортов.

Проблема повышения урожайности технических культур — хлопчатника и сахарной свеклы — в поливных районах хлопководства и свеклосеяния, где широко распространены засоленные почвы, также выдвигает необходимость выведения солеустойчивых сортов с высокой урожайностью.

В Узбекистане и в других среднеазиатских республиках вполне возможно освоение под культуру винограда пустующих в настоящее время земель с высоким уровнем минерализованных грунтовых вод. Но для этого необходим ассортимент солеустойчивых сортов виноградной лозы.

Важные задачи стоят также перед работниками лесного хозяйства в связи с развитием поливного лесоводства и полезационного лесоразведения. Исключительно важное значение имеет проблема лесоразведения

и сохранения лесного фонда в Казахстане, где лесистость составляет 4,1 %, а без саксаульников — всего 1,4 %.

VI расширенная сессия Академии наук Туркменской ССР, состоявшаяся в Ашхабаде 23—26 ноября 1953 г. и посвященная вопросам борьбы с засолением почв в республиках Средней Азии, в Казахстане и Азербайджане, впервые в широком государственном масштабе и на должном уровне поставила проблему солеустойчивости растений.

Открывая сессию, президент Академии наук Туркменской ССР Т. Б. Бердыев отметил, что хозяйственное улучшение засоленных почв проходит еще крайне медленно; до сих пор не ликвидирована опасность реставрации засоленности почв после их рассоления. В связи с этим основной задачей сессии является подведение итогов научных исследований по мелиорации почв, разработка теоретических принципов и практических мероприятий по мелиорации засоленных почв, разработка программ и методик научных исследований по мелиорации и управлению солеустойчивостью растений и т. д.

«Основная задача работников сельского хозяйства на данный период, — заявил Т. Б. Бердыев (1954), — создание солеустойчивых, высокоурожайных сортов, способных давать хорошие урожаи на засоленных почвах, и одновременно должен быть решен вопрос по рассолению громадных плодородных площадей, имеющихся в республике.

Тем самым мы поможем агрономам и практикам колхозного производства в деле борьбы за повышение плодородия почв и получение богатых урожаев всех сельскохозяйственных культур» (стр. 6).

Сессия отметила, что основным препятствием развития сельского хозяйства в районах поливного земледелия является засоление значительной части орошаемых земель, задерживающее повышение урожайности хлопчатника и других сельскохозяйственных культур.

В разделе постановления сессии «По вопросу солеустойчивости хлопчатника и других сельскохозяйственных культур» было признано необходимым для освоения засоленных земель шире использовать биологическую способность растений переносить засоление почв; продолжить и усилить работы по изучению способности хлопчатника и других сельскохозяйственных культур переносить неблагоприятные условия засоленных и солонцеватых почв; разработать шкалу допустимого содержания солей в почве для отдельных сортов хлопчатника и других культур; высевать на засоленных почвенных разностях более солеустойчивые сорта; продолжить испытание в полевых условиях предпосевной обработки семян комплексом солей и витаминов, внекорневой подкормки хлопчатника растворами суперфосфата для повышения солеустойчивости растений.

Из изложенного следует важный практический вывод о том, что повышение продуктивности сельскохозяйственных растений, культивируемых на засоленных почвах, может быть успешно достигнуто только при правильном и притом одновременном сочетании мероприятий по рассолению и мелиорации почв с выведением и подбором солеустойчивых сортов растений. Увлечение только агромелиоративными мероприятиями без учета солеустойчивости растений, ради возделывания которых и проводятся эти мероприятия, чревато для сельского хозяйства в районах поливного земледелия серьезным уроном и невыполнением государственных планов. Использование, например, методов повышения солеустойчивости растений послужит дополнительным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур на засоленных почвах.

Советская материалистическая биология показала, что умелым преобразованием природы (наследственности) растений можно достичь их

культивирования в суровых условиях обитания. Поэтому совершенно очевидно, что в комплекс мероприятий по созданию высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных растений и лесоразведению на засоленных почвах должны войти мероприятия по использованию свойств растений приспосабливаться к засоленности почвы, особенно в процессе направленного воспитания.

В дальнейшем мы специально будем говорить о путях создания солеустойчивых растений, сейчас же лишь приведем интересное высказывание Т. С. Мальцева (1955). «Не менее важно для нашей практики, — пишет он, — иметь в этих же районах с их большими площадями сильно засоленных земель солелюбивые пшеницы, которые могли бы не только мириться с солонцами и солончаками, но могли расти на таких почвах лучше, чем на обычных хороших (пшеничных) почвах. Ведь в природе имеется немало растений, в том числе из семейства злаковых (близких по родству с пшеницей), которые могут развиваться и хорошо себя чувствовать только на засоленных почвах. Создание таких пшениц позволит значительно расширить посевы зерновых за счет освоения солонцов, которые будут лучшими почвами для этих пшениц» (стр. 214—215).

Понимание солеустойчивости растений находится в неразрывной связи с вопросом галофитизма растений, который можно считать одним из важных вопросов проблемы солеустойчивости. Исследование группы галофитов, несомненно, представляет теоретический и практический интерес. Без изучения эколого-физиологических и биохимических свойств этих растений, приспособленных к засоленности почвы, нельзя понять приспособления культурных растений к засолению и достичь практических результатов в повышении их солеустойчивости.

Среди галофитов есть древесные и кустарниковые растения (саксаул, черкез, тамарикс и др.), представляющие интерес для степного и пустынного лесоразведения и закладки древесно-кустарниковых полос на засоленных почвах.

Среди галофитов встречаются и прекрасные кормовые растения, часто покрывающие огромные площади в полупустынях и пустынях, а также образующие различные полынно-солянковые пастбища (Шахов и Земцова, 1948).

Кроме того, ряд галофитов является источником ценного химического сырья — алкалоидов: анабазина, добываемого из *Anabasis aphylla*, сальсолина — из *Salsola Richteri* и др. Из анабазина могут быть получены лупинин, афиллин, афиллидин, метил-анабазин и другие алкалоиды.

Производственное использование анабазиса вызывает необходимость введения в культуру лучших, более алкалоидоносных форм этого растения, а также улучшение и увеличение алкалоидности его естественных зарослей. О народнохозяйственном значении галофитов свидетельствует заводское получение анабазина из анабазиса, использование пиперидина из *Petrosimonia monandra* в качестве катализатора при вулканизации каучука, добывание поташа и золы из ряда галофитов для применения в кустарном мыловарении и т. д.

Итак, солеустойчивость растений представляет собою весьма актуальную проблему социалистического растениеводства в борьбе за урожай. В разработку этой проблемы советскими исследователями внесен огромный вклад, в результате чего у нас в СССР проблема солеустойчивости растений поднята до уровня важнейшей эколого-физиологической проблемы; советскими учеными получено много интересных фактов, проведено много интересных экологических и физиологических исследований. Исследования Б. А. Келлера по солеустойчивости галофитов заслуженно считаются классическими.

Однако ввиду обширности и сложности проблемы солеустойчивости она все еще теоретически и практически разработана недостаточно и мало обобщена. Ее разрешение в значительной степени зависит от познания природы солеустойчивости галофитов, познания приспособляемости к засоленности почвы различных травянистых и древесных растений, а также от действенности методов повышения солеустойчивости.

Признание слабой разработанности проблемы солеустойчивости растений может быть подтверждено высказываниями отдельных исследователей.

Так, В. Н. Любименко (1937) писал, что наличие обширных областей на юге и юго-востоке Союза с засоленными почвами как бы обязывало наших физиологов уделить особое внимание разработке теории галофитизма и солеустойчивости. В действительности как раз в этой области, по словам названного автора, мы имеем лишь очень небольшое число физиологических исследований, выполненных Б. А. Келлером и А. А. Рихтером.

А. В. Благовещенский (1942), делая обзор современного состояния вопроса об обмене веществ у галофитов, пришел к неутешительному выводу: «Весь вопрос об обмене веществ галофитного растения и процесс адаптации растения к засолению может считаться совершенно девственным полем исследования» (стр. 16).

Несколькими годами позже положение оставалось прежним, как это видно из слов А. А. Гроссгейма (1945): «Физиологические особенности галофитов, несмотря на большое внимание, уделенное им ботаниками, до сих пор не могут считаться выясненными» (стр. 5).

Такова оценка наших знаний по проблеме, с которой мы столкнулись вплотную, когда в 1944 г. после нескольких довоенных лет работы с галофитами в эколого-геоботаническом направлении приступили под руководством акад. Б. А. Келлера к разработке темы: «Изменение формы и обмена веществ у галофитов с засоленной и незасоленной почвы».

Однако и в период наших многолетних исследований положение с уровнем знаний в области солеустойчивости оставалось таким же неудовлетворительным. П. А. Генкель (1950₁) пишет: «Мы не преувеличим, если скажем, что сущность адаптации к засолению до сих пор оставалась неясной, и исследователи обращали свое главное внимание на доказательство ее необходимости, а не на рассмотрение сущности этого процесса» (стр. 409).

Представление о слабой изученности солеустойчивых растений вошло и в учебники: «Экологическое изучение растений засоленных почв началось еще недавно, и хотя литература по проблеме галофитизма уже очень большая, все же природа приспособления растений к засолению почвы далеко не вполне разъяснена. Огромные пространства засоленных почв в нашей стране и задача их освоения делают для нас проблему особенно актуальной» (Шенников, 1950, стр. 249).

Для учения о солеустойчивости растений характерно также несоответствие между обилием разрозненного фактического материала и небольшим числом попыток его общетеоретического эколого-биологического и эколого-физиологического осмысливания, обобщения, малым количеством каких-либо гипотез и полным отсутствием теории, направляющей фактический материал по определенному руслу.

Существующие сводки не объединены какой-либо творческой идеей. Сводки Штоккера (Stocker, 1928, 1933) устарели. Сводки более позднего времени представляют собою чисто формальные обзоры с простым перечислением фактов без широких теоретических обобщений и рассмотрения

биологических особенностей солеустойчивых растений. Галофитизм занимал исследователей главным образом как ботанико-географическая, но отнюдь не эколого-физиологическая проблема. Таковы сводки Упхофа (Uphof, 1941), Меджистэда (Magistad, 1945) в «Botanical Review» и Гааса (Haas, 1945) в «Soil Science». Физиологическим подходом характеризуется работа Арнольда (Arnold, 1955).

Обзоры или сводные работы советских авторов — А. В. Благовещенского (1942), В. А. Ковды (1946—1947), Б. П. Строгонова (1949), А. А. Шахова (1951₂), П. А. Генкеля (1954) и других — несмотря на наличие в них интересных выводов, не охватывают, однако, всей проблемы и мало отражают биологию солеустойчивости.

Кроме того, в мировой литературе нет сколько-нибудь серьезных попыток исследования галофитов с эволюционно-экологической точки зрения. Даже в книге Бьюса (Bews, 1927), посвященной экологической эволюции, этому вопросу не уделено внимания.

Недостаток теоретических представлений, необходимых для дальнейшего направления работ в области солеустойчивости растений, препятствует развитию теоретических и практических исследований по этой проблеме.

Таким образом, большое народнохозяйственное значение проблемы солеустойчивости растений, ее малая разработанность, большое значение солеустойчивости для эколого-физиологических и эволюционно-экологических представлений побудили нас заняться широкой разработкой этой проблемы.

Проблема солеустойчивости — важная проблема динамической эволюционной экологии растений. Последняя в противоположность статической экологии одной из своих задач ставит выяснение путей и эколого-биологических закономерностей формообразовательного процесса под влиянием условий среды (Шахов, 1949, 1950₁).

Поскольку учение о приспособлениях, проблема эволюции и развития растений является, по Б. А. Келлеру, «прежде всего, эколого-физиологической проблемой», то очень важно при изучении солеустойчивости увязать физиологическое значение приспособления с наследственностью растения, с формообразовательным процессом. Вот почему исследование эколого-физиологической перестройки вида в процессе изменения его наследственности через изменение обмена веществ при приспособлении вида к засоленной почве представляет собою одну из важнейших задач в области солеустойчивости растений: она и подлежала разработке как первоочередная. Другой задачей наших исследований была разработка теории солеустойчивости, позволяющей объединить творческой идеей и объяснить различные фактические данные, полученные автором и другими исследователями. В третью задачу входило творческое обобщение и критическое рассмотрение материалов по данной проблеме.

Экологическое направление в физиологии растений — экологическая физиология — возникло давно, тем не менее «эколого-физиологические исследования в природе все еще дело новое» (Сукачев, 1948, стр. 10). К сожалению, до недавнего времени это направление не имело надлежащего развития, несмотря на то, что наши выдающиеся физиологи В. Н. Любименко, С. П. Костычев, Н. А. Максимов, Л. А. Иванов, Е. Ф. Вотчал и другие еще 30—40 лет назад стали исследовать процессы у растений не только в лабораторной, но и в природной обстановке, в их естественных местобитаниях.

Долгое время эколого-физиологические исследования «ввиду необычайных трудностей работы в природе» (Вотчал, 1928), особенно в местах, далеких от городов и лабораторных помещений, ограничивались изуче-