АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1164

ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА

ТОМ XLIV

ВОПРОСЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И ИХ МЕЛИОРАЦИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА — 1954

Т1-64

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА

ТОМ XLIV

ВОПРОСЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И ИХ МЕЛИОРАЦИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА — 1954

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
член-корреспондент Академии Наук СССР В. А. Ковда

17 1055
Библиотека Киргизского
Филиала А.Н. СССР

ПРЕДИСЛОВИЕ

В свете задач, поставленных XIX съездом Коммунистической партии Советского Союза и решениями пленумов ЦК КП, особенно возрастает необходимость широких работ по мелиорации и освоению засоленных почв, имеющих значительное распространение в некоторых южных районах, где возделывается хлопчатник. Правильное осуществление этих работ требует дальнейшего углубления знаний о природе и законах развития засоленных почв, способах их улучшения в целях повышения плодородия и разработки наиболее эффективных комплексных методов мелиорации таких почв.

Мелиорация засоленных почв должна производиться с учетом условий, диктуемых задачами развития социалистического земледелия и природной обстановки почвенного покрова. Дальнейшие исследования в этой области дадут возможность наметить типичные приемы мелиоративной оценки территорий с засоленными почвами в зависимости от причин и условий проявления засоления и разработать вопросы почвенно-мелиоративного районирования территорий, подверженных засолению.

Настоящий сборник — одна из попыток представить в обобщенном виде результаты и достижения, полученные на основе работ последних лет. В сборнике собраны статьи авторов, работающих в союзных и республиканских научно-исследовательских учреждениях.

Бóльшая часть публикуемых работ принадлежит сотрудникам Почвенного института АН СССР, которыми обобщен опыт многолетних исследований на территории Азербайджанской, Узбекской, Туркменской ССР и на пространствах Барабинской низменности в Западной Сибири.

По тематике публикуемых работ сборник распадается на три раздела. В первом приведены обобщенные результаты территориальных почвенно-мелиоративных исследований в различных районах страны; во втором рассмотрены отдельные методические вопросы, касающиеся исследований засоленных почв; в третьем освещаются конкретные приемы и результаты освоения засоленных почв в нескольких районах Закавказья и Средней Азии.

Составители сборника надеются и в дальнейшем сотрудничать с представителями различных учреждений, работающими в данной области. Они рассчитывают и на то, что читатели откликнутся присылкой своих работ, освещающих новые достижения в области исследования и освоения засоленных почв областей нашей страны. Работы и отзывы следует адресовать Лаборатории генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

В. А. КОВДА, В. В. ЕГОРОВ, А. Т. МОРОЗОВ и Ю. П. ЛЕБЕДЕВ

(при участии *Г. В. Захарьиной, В. С. Муратовой, А. А. Кизиловой, Е. П. Лагуновой, Б. М. Голуш, И. А. Верниковской, И. И. Феофаровой, А. А. Будаковой*)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В ПУСТЫНЯХ АРАЛО-КАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

На обширных пространствах Арало-Каспийской низменности более 20 лет ведутся исследования, связанные с задачами проектирования, строительства и освоения новых оросительных систем. Здесь работали и продолжают работать ученые академий наук СССР, Азербайджанской ССР, Туркменской ССР, Узбекской ССР, а также научные и проектные организации Министерства сельского хозяйства СССР.

Территория Арало-Каспийской низменности характеризуется большим распространением засоленных почв разного типа. В разных частях Прикаспия и Приаралья процессы древнего и современного соленакопления, размеры и степень засоления почв и грунтовых вод, типы и разновидности засоленных почв весьма разнообразны.

Работы экспедиций Академии Наук СССР в Азербайджане и Туркмении значительно обогатили и расширили представление о закономерностях процессов соленакопления, о сезонной и многолетней динамике засоленных почв. По многим вопросам происхождения засоленных почв и методов их освоения нам приходится не только значительно развивать и расширять сложившиеся ранее взгляды, но и подвергать их глубокому пересмотру.

Новые представления о закономерностях и механизме процессов соленакопления и некоторые новые соображения о мелиорации засоленных почв разного типа имеют, на наш взгляд, общее значение для проектантов оросительных систем, почвоведов, мелиораторов и агрономов, призванных осваивать новые земли в Арало-Каспийской низменности.

ДРЕВНИЙ ПОТОК СОЛЯНЫХ РАСТВОРОВ

Прикаспийские и приаральские низменности являются областями древнейшего соленакопления. Непрерывно текущие процессы подъема и опускания земной коры в пределах бассейна Арало-Каспийской впадины (области Кавказа, Эльбурса, Памир-Алая, Копет-Дага, Урала и их периферии) поддерживали миллионы лет существование потока соляных растворов от горных сооружений к впадине и окружающим ее низменностям.

Этот поток различно минерализованных растворов характеризуется глу-

бокой древностью своего зарождения и геологической продолжительностью существования. Наземные и подземные части потока растворов, заложившиеся в меловое и третичное время, в процессе своего движения к впадине и низменностям расходуются в течение геологически длительного времени на гидратацию минералов и горных пород, на транспирацию растительными организмами и на испарение. Одновременно на путях движения этого векового потока происходило растворение легкоподвижных компонентов из водовмещающих горизонтов. В результате поток маломинерализованных растворов от Копет-Дага, Эльбурса, Урала и Кавказа в прикаспийские низменности обогащался растворенными веществами и повышал свою концентрацию до состояния рассолов.

Циркулируя в меловых и третичных морских, аллювиальных и делювиально-пролювиальных отложениях, поток соляных растворов в свое время дал толщи отложений мергелей и гипсов в виде залежей гажи, ганча, арзыка, шоха на предгорных и аллювиальных равнинах Закавказья и Туркмении (Копет-Даг, Устюрт). Горообразовательные процессы и дизъюнктивные движения земной коры, захватывая своим подъемом древние морские, делювиально-пролювиальные и дельтово-аллювиальные равнины у края Общего Сырта и Кавказа, вдоль Копет-Дага и на Устюрте, нарушали непрерывность древнего геохимического потока, вырывая из него обширные области и причленяя их в виде высоких предгорных равнин к горным сооружениям. Так, вероятно, образовались обширные области гипсовых аккумуляций в Закавказье, по Копет-Дагу и на Устюрте, поднятые на высоты 100—300 м и характеризующиеся своеобразной пористой или губчатой формой гипсовых скоплений, ныне еще не всегда отмытых от легкорастворимых солей.

Аккумулирующая деятельность древнего геохимического потока растворов солей поддерживалась также непрерывно текущими процессами погружения Прикаспийской впадины, что влекло за собой вековое захоронение соляных масс в толщах древних осадочных пород и в погребенных рассолах.

Можно предполагать, что скорость движения векового геохимического потока растворов от горных сооружений к вновь образующимся низменностям несколько превышала скорость образования новой суши вокруг Каспия и Арала. Основанием для таких предположений служит широкое преобладание здесь засоленных грунтов и почв, образовавшихся в условиях аллювиальных и дельтовых равнин.

Многомиллионный возраст древнего геохимического потока соляных растворов обусловил ясно выраженную дифференциацию транспортируемых солей по их химизму и растворимости по пути общего движения потока. Этим, возможно, объясняется наличие известного различия в химизме солей в меловых и третичных толщах, окружающих Каспий. Известно, что третичные толщи (особенно майкопские и акчагыльские глины) засолены значительно больше и с преобладанием хлористого натрия. Впрочем, это может объясняться и тем, что в третичное время солевые массы собирались с большей площади, чем в меловое. Особенно ясно нарастает содержание легкорастворимых хлористых солей в толщах этих осадков по мере приближения к Каспийской впадине.

Тектонические процессы, выводя разные участки суши из сферы воздействия этого потока, обособляли разные зоны химической дифференциации солей, что зафиксировалось и ныне проявляется в разнообразных фациальных особенностях засоленности грунтов этих областей. Артезианские воды отдельных областей Арало-Каспийской низменности являются частями этого гигантского потока. Ближе к горам они обычно расположены

в относительно опресненных зонах этого потока и характеризуются в составе солей повышенной долей сульфатов и бикарбонатов.

Существуя в продолжение ряда геологических периодов, геохимический поток соляных растворов является как бы общим фоном для процессов соленакопления в современных пустынях Арало-Каспийской низменности. В частности, он также является фоном, на котором происходит развитие и всей Кура-Араксинской низменности и Юго-Западной Туркмении. В пределах Кура-Араксинской низменности можно различать ряд «струй» этого потока: араксинскую — к центральной Мугани (в составе солей особое место занимают хлориды натрия, кальция, магния), от Малого Кавказа к Карабаху и Мили (повышенное количество углекислых солей) и от Большого Кавказа к Ширванской степи (характеризуется относительно повышенным участием сульфатов).

В области погружения, т. е. в центральных частях Прикаспийской низменности, древний поток растворов носит застойный характер и уже геологически давно достиг состояния рассолов. Он характеризуется сравнительно однородным химизмом и высокой концентрацией солей (порядка 70—80 г/л), с подавляющим преобладанием хлоридов натрия над сульфатами.

Мощность этого потока, например, в пределах древнеаллювиальной Кура-Араксинской равнины достигает сотни и более метров. Вековое питание древнего потока со стороны горных сооружений, а также современные движения земной коры (как поднятия, так и погружения) создают значительный напор и гидростатическое давление в потоке соляных растворов. В результате древний поток растворов оказывает могучее влияние на новейшие осадочные породы и почвенный покров, питая грунтовые воды солями, а также пополняя запасы испаряющейся капиллярной и пленочной воды в почвах и грунтах. Напор и восходящее движение древних соляных растворов к поверхности в пределах областей погружения (в низменностях) может вызываться также усадкой и уплотнением нарастающей толщи осадочных пород, «отжимающих» растворы к поверхности.

Движение древнего водносолевого потока к чашам Арало-Каспийской впадины сопровождается постоянным возрастанием концентрации и увеличением плотности растворов. Этот процесс ведет к тому, что напорность потока со стороны верхних его звеньев начинает все более уравновешиваться нижними за счет увеличения удельного веса, что неизбежно ведет к падению скоростей потока, задержке его и перемещению растворов высокой концентрации вверх. Но нарастание концентрации в верхних звеньях вновь приводило поток в движение.

Наличие общего фона высокоминерализованных застойных, но местами напорных растворов в пределах Прикаспийской низменности обусловливает обширность проявления процессов засоления вод, грунтов и почв, а также чрезвычайно высокую степень засоленности их.

Область молодой суши делювиального, аллювиального и морского происхождения в пределах Арало-Каспийской низменности характеризуется в самые ранние периоды своего существования (до 20—50 лет) опресненностью или лишь небольшой начальной засоленностью. Эта молодая суша, слагающие ее толщи осадочных отложений и вмещенные в них горизонты опресненных грунтовых вод недавнего аллювиального происхождения как бы «насажены» или «наложены» на более древние отложения, пропитанные соляными рассолами.

Расходование почвенно-грунтовых вод растительностью молодой суши, а также процессы испарения приводят к исчезновению этих относительно ограниченных запасов пресных и маломинерализованных «молодых» вод

и к относительно быстрой (геологически — «внезапной») замене их высокоминерализованными растворами. Особенно этому способствуют продолжающиеся процессы погружения суши в низменностях, напор и повышение уровня подземных вод под влиянием движений земной коры. Обладая меньшими удельными весами, пресные воды (линзы, включения), плавая на соленых, занимают относительно более высокие уровни (как всякое более легкое плавающее тело). Этим дополнительно определяется возможность быстрого расходования их на испарение и транспирацию. Понижение уровня грунтовых вод при испарении ведет к нарастающему выжиманию пресных вод вверх и постепенной замене их солеными.

Все это и приводит к тому, что даже относительно молодые территории Арало-Каспийской низменности, насчитывающие лишь сотни и даже десятки лет своего наземного существования, охвачены сильно выраженными процессами современного соленакопления.

ВОСХОДЯЩИЕ РАССОЛЫ НЕФТЯНОГО ТИПА

Арало-Каспийская область отличается исключительно высокими запасами нефти и является одной из богатейших нефтяных провинций мира. С нефтяными месторождениями тесно связано существование своеобразных высокоминерализованных вод так называемого нефтяного типа. Эти воды в пределах Арало-Каспийской нефтяной провинции характеризуются десульфированностью (почти полным отсутствием сернокислых солей), высокими минерализациями (порядка 70—100 г/л), абсолютным преобладанием в составе солей хлористого натрия и относительно высоким содержанием хлоридов кальция и магния, иногда наличием щелочных карбонатов. Эти воды вместе с тем содержат относительно высокие количества соединений иода и брома, а также насыщены углеводородами (газами) и иногда имеют некоторое количество нафтеновых кислот.

Нефтяные воды, находясь в особых условиях залегания, зачастую испытывают давление до 50—100 атм. Вскрытые буровыми скважинами, они могут иногда фонтанировать до высоты 10—15 м. Нефтяная залежь в пределах нефтесодержащей структуры как бы плавает на соляных рассолах. Напорность высокоминерализованных нефтяных вод проявляется, в частности, в том, что по мере эксплуатации нефтяного месторождения и изъятия нефти происходит замещение освобождающегося от нефти объема грунтов соленой водой. К этому же приводит откачка пресных вод из колодцев.

Прикаспийские низменности подвержены своеобразным новейшим тектоническим процессам, вызывающим образование различных складок с трещинами по их сводам, а также структур с сильно нарушенными сводами (раскрытые структуры). В итоге глубинные высокоминерализованные воды нефтяного типа в пределах Арало-Каспийской низменности во многих случаях достигают дневной поверхности, давая начало грифонам, сальзам, соляным родникам, которые, выбрасывая рассолы, оказывают сильное засоляющее влияние на окружающую сушу.

На массивах относительно близкого залегания подобных структур напорные глубинные рассолы образуют приповерхностные грунтовые воды, имеющие куполовидный выпуклый рельеф и растекающиеся на обширные пространства прилегающей территории.

Особой формой проявления засоляющего влияния глубинных вод нефтяного типа на грунты и почвы являются многочисленные грязевые вулканы, область распространения которых охватывает Кура-Араксинскую

и Закаспийскую низменности. Грязевые вулканы и грязевые сопки захватывают своим влиянием огромные площади в радиусе 5—8, а иной раз 10—15 км.

Грязевые вулканы, грязевые сопки, грифоны и сальзы в Кура-Араксинской низменности оказывают огромное засоляющее влияние на прилегающую сушу в юго-восточной Ширвани и Сальянской степи. Один массив шора, питаемого глубинными растворами, дает (по приближенным расчетам В. В. Егорова) ежегодно 10—35 млн. м³ рассола, что составляет до 500 тыс. т хлористых солей натрия, магния и кальция, поступающих ежегодно на сушу Сальянской степи. Можно считать, что один этот солончак только за счет притока солей в пределах его контура может за 100 лет в результате медленного растекания соляных растворов и развевания пухлых солончаков ветром засолить почвы Сальянской степи. Значительная часть Юго-Западной Туркмении находится под засоляющим влиянием грязевых вулканов и напорных нефтяных вод в районе солончакового шора Келькор (Небит-Даг), Боя-Даг, Чикишляр, Кеймир. Обширные солончаковые впадины Устюрта и скопления солей в русле Узбоя, в депрессиях Карашор, Кумсебшен и др. обязаны, как выяснено в последнее время, также вековым выходам и испарению глубинных межпластовых рассолов через трещины в сводах структур. При этом доказано, что своды структур на обширных пространствах разрушаются в результате «солевого выветривания» и дефляции разрыхленных с поверхности кристалликами солей толщ осадочных пород.

Засоляющее влияние восходящих глубинных вод нефтяного типа проявляется, таким образом, в форме образования грязевых вулканов и сопок, соляных грифонов, сальз и источников, мощных скоплений чистого хлористого натрия, мокрых солончаков и шоров, а также в виде местного появления приповерхностных напорных соленых грунтовых вод.

Крайние степени проявления восходящих вод нефтяного типа связаны с существованием структур открытого типа и резко выраженными трещинами. Однако и в случаях относительно закрытых структур и отсутствия резко выраженных тектонических нарушений глубинные воды нефтяного типа оказывают в пределах Арало-Каспийской низменности на обширных пространствах засоляющее влияние путем капиллярно-пленочной подачи растворов солей к поверхности с образованием влажных или пухлых солончаков на больших пространствах (солончаки в Азербайджане, Юго-Западной Туркмении).

Пухлые солончаки подвержены в этом случае интенсивному развеванию, что приводит к засолению больших пространств прилегающей суши. Вообще можно считать, что образование солончаковых дюн и барханов из так называемых «псевдопесков» (термин С. И. Тюремнова) находится обычно в корреляции с засоляющим влиянием глубинных вод нефтяного типа, поступающих к поверхности в виде пленочно-капиллярных растворов. Как правило, массивы распространения «псевдопесков» и соляных навеянных бугров свидетельствуют о существовании межпластовых восходящих соляных рассолов.

Сильные ветры, господствующие в низменности, способствуют очень далекому выносу солей, аккумулирующихся в пухлых солончаках. Объемы развеваемых масс солевого «псевдопеска» велики. Так, по данным В. В. Егорова, в течение одного часа в районе Нефтечалы в Сальянской степи сильным ветром было вынесено с 6 км² пухлого солончака 7200 т легкорастворимых солей (главным образом хлористого натрия). Этого достаточно, чтобы засолить до состояния солончака площадь в 45 га ранее не засоленной почвы.

Наблюдения Ю. П. Лебедева указывают о таком же характере этого явления в юго-восточной Ширвани. Во время штормового ветра, продолжавшегося в течение одного часа, с поверхности шора, площадью в один квадратный километр, было развеяно более 3000 т солевой пыли. Это количество может повысить запасы солей в метровой толще ранее не засоленных почв до 1% на площади в 20 га.

Степень засоляющего влияния глубинных вод нефтяного типа в пределах Арало-Каспийской низменности в настоящее время трудно определить. Однако можно считать, что Узбой и Карашор, Юго-Западная Туркмения, юго-восточная Ширвань, значительная часть Сальянской степи, большая часть центральной Ширвани, отдельные массивы центральной и северной Мугани, а также Мильской степи, характеризующиеся высокой степенью засоления, преобладанием в составе солей хлористого натрия и участием хлористого кальция, засолены воздействием глубинных нефтяных вод.

Содержа в своем составе большое количество хлористого кальция, восходящие рассолы нефтяного типа в Закавказье и в Туркмении способствуют современному образованию мощных толщ гипса на контакте с областями континентального соленакопления. Это обязано взаимодействию хлористого кальция с сульфатами магния и натрия по реакции

$$CaCl_2 + MgSO_4 \text{ (или } Na_2SO_4) = CaSO_4 + MgCl_2 \text{ (или } 2NaCl).$$

В частности, потоки сернокислых солей магния и натрия с Малого Кавказа являются причиной образований мощной зоны гипсонакопления в юго-западной половине солончака Гаджи-Елчи. Сильно выраженные зоны современного гипсонакопления констатируются вокруг солончаков глубинного питания в Туркмении (Келькор, Узбой, Туз-Гур, Карашор).

Не исключено, что древние гипсовые скопления типа гажевого гипса образовались также на контакте взаимодействия растворов хлористого кальция, поступавших из недр, с растворами сернокислого натрия и магния, притекавшими по поверхности к областям соленакопления.

РОЛЬ МОРСКИХ ВОД

Морские воды участвуют в процессах современного соленакоплени в пределах Арало-Каспийской низменности по всей береговой линии Каспийского и Аральского морей. Концентрация солей в Каспийском море понижена и не превышает 13 г/л в среднем. Напомним, что концентрация солей в Аральском и Черном морях соответственно составляет 10,5 и 19 г/л, а в океане — 35 г/л.

В составе солей океана около 78% занимает хлористый натрий, примерно 19,5% общего содержания солей приходится на долю сернокислых солей, главным образом солей магния. В Каспийском море доля участия сернокислых солей натрия значительно больше и составляет 23—26%. Это обязано тому факту, что соли Каспийского моря — продукт континентального соленакопления. Его солевые запасы возникли при воздействии почв и организмов в пределах Каспийского бассейна (в составе минеральных веществ, вовлекаемых в растительный организм, соединения серы составляют весьма высокую долю). Повышено в составе вод Каспия также содержание кальция. Таким образом, территории Арало-Каспийской низменности, затронутые непосредственным засоляющим влиянием вод Каспийского моря, будут характеризоваться относительно высоким участием в составе солей сульфатов натрия, кальция и отчасти магния.

Для проявления морского засоления в районах Кура-Араксинской низменности условия сравнительно мало благоприятны. Кура-Араксинская низменность в настоящее время заполнена аллювиальными отложениями Куры, Аракса и речек, сбегающих с Большого Кавказа (Геокчай, Ахсу и др.). Собственно морские отложения играют весьма подчиненную роль в толщах, слагающих осадки Кура-Араксинской низменности. Дельта Куры в настоящее время относится к типу дельт выдвижения.

Придельтовая обстановка Каспийского моря характеризуется высокой опресненностью воды. Концентрация солей Каспийского моря, благодаря разбавлению водами Куры, в придельтовых зонах колеблется в пределах 1,5—2,0 г/л. На более значительных расстояниях от устья Куры минерализация морской воды повышается до 5—8 г/л. Опресненная зона в районе волжской дельты достигает 10 км. Доля хлоридов в опресненной воде значительно снижена ($Cl : SO_4$ около 2—2,5). Поэтому, строго говоря, в придельтовой береговой зоне западного и северного Каспия морское засоление играет весьма подчиненную роль. Эта подчиненная роль может проявляться в заносе морских растворов в придельтовую зону в результате морских течений и штормов.

Высказывались предположения о большой роли морских вод в засолении глубинных толщ осадков, слагающих Кура-Араксинскую низменность, в период, когда уровень Каспия был более высоким, а область низменности представляла собой своеобразный эстуарий. Однако нельзя думать, что этот эстуарий обладал высокой минерализацией вод, так как в него впадали такие многоводные реки, как Кура и Аракс.

Высокую засоленность осадочных пород и грунтовых вод Кура-Араксинской низменности следует отнести за счет влияния древних минерализованных вод. Но и современные условия прибрежной зоны Прикаспийских равнин дают ряд примеров интенсивного засоляющего влияния морских вод на побережье. Такие примеры мы находим в Кара-Богаз-Голе, а также в высохших и высыхающих ныне заливах Каспийского моря — Мертвый Култук, Комсомолец, Кизыл-Агач, Кайдак и др.

Там, где в прибрежной зоне Прикаспийской низменности по условиям рельефа создаются приморские лиманы, т. е. заливы моря, не принимающие стока рек, а питаемые исключительно морскими водами, там, вследствие интенсивного испарения и систематического восполнения соляных морских растворов, создаются водоемы с весьма высокой концентрацией солей. Так, известно, что концентрация солей в водах залива Кизыл-Агач достигала 20—22 г/л, а Кара-Богаз-Гола — 280 г/л. Известные причерноморские лиманы также характеризуются ненормально высокой концентрацией солей в своих водах.

Процессы соленакопления при этом захватывают донные отложения приморских лиманов, береговые зоны приморских лиманов, которые обычно окаймляются поясом солончаков и высокоминерализованных грунтовых вод. На юго-восточном побережье Каспийского моря аналогичная картина современного приморского соленакопления складывается в высохшей части залива Гасан-Кули, Красноводского залива, а также на многих приморских лагунах и небольших лиманах побережья. На севере Каспия то же наблюдается в «подстепных ильменях». Интенсивное соленакопление установлено в прибрежной полосе на маршевых террасах, где возможен относительно кратковременный приток солей с морской водой к зонам испарения на формирующейся приморской суше.

Таким образом, в тех районах новой суши Прикаспийских низменностей, которые образуются во внедельтовых районах, процессы современного соленакопления под влиянием морских вод выражены сильно.

Несомненно, что каждая трансгрессия Каспия, в особенности с длительным стоянием поднятых береговых линий, сопровождалась формированием в разных частях внедельтовой приморской полосы лагун, лиманов и заливов с водами высокой минерализации, что влекло за собою образование сильно засоленных донных отложений и прибрежно-морских (лиманных и маршевых) солончаковых почв и солончаков. В химическом составе этих грунтов и почв, естественно, относительно высокую долю составляют сернокислые соли натрия и магния.

Можно считать, таким образом, что бывшие аналоги Кара-Богаз-Гола, Кизыл-Агача, Красноводского залива, Кайдака спорадически могли встречаться на всех территориях Прикаспийской низменности в пределах высот от +50 м и ниже, вплоть до современного уровня Каспия.

Однако эти очаги морского соленакопления прошлого должны иметь сравнительно ограниченные площади и относительно четко выраженные границы. В частности, есть основания полагать, что обширная впадина Ах-Чала (в Кура-Араксинской низменности) представляла собой залив с ненормально высокой минерализацией вод и пережила интенсивное морское соленакопление в период стояния уровня Каспия на отметках около —20 м.

Относительно благоприятные условия для морского соленакопления создаются в приморских зонах Каспия, а также на участках новой суши, отчлененных от моря благодаря образованию береговых валов. Известно, что, вследствие непрерывной работы волн, в прибрежных зонах образуются системы береговых валов, отшнуровывающих части моря к суше. Возникают частично или полностью изолированные сравнительно небольшие водоемы с повышенной минерализацией вод. В Италии такого рода прибрежные образования носят название «лидо». Их можно сравнивать с маршами. Обычно эти водоемы зарастают болотно-галофитной растительностью с большим участием водорослей; здесь формируются грунты, богатые органическим веществом и сильно засоленные.

В условиях Прикаспийской низменности, благодаря непрерывно продолжающемуся сокращению Каспия, подобного рода отшнурованные водоемы (лидо — марши) превращаются, вследствие чрезвычайной сухости климата, в приморские шоровые солончаки и шоры. Так как в течение четвертичного времени Каспийское море непрерывно (хотя и с колебаниями) снижает свой уровень и сокращает площадь своего зеркала, есть основания считать, что на территории Кура-Араксинской и в особенности Закаспийской низменностей во внедельтовых зонах имели относительно широкое распространение процессы образования приморских шоровых солончаков. Приморские шоровые солончаки в отличие от шоровых солончаков, питаемых восходящими рассолами, характеризуются относительно высоким содержанием сернокислых солей натрия и магния.

Наконец, надо иметь в виду возможность третьего пути влияния морских вод на процессы соленакопления в прикаспийских низменностях. Донные морские отложения, обладая определенной водоемкостью, будут увлекать и сохранять в своих толщах некоторую часть морского раствора. Эта часть примерно будет соответствовать по объему 40% объема отложенного грунта. При минерализации Каспия это составит на 1 м³ осадка 5,4 кг солей, или 0,32%. По мере поднятия суши часть свободной гравитационной воды при этом уйдет из донных осадков, но значительная часть закрепится в форме капиллярной воды, которая в дальнейшем либо будет передвигаться к дневной поверхности, либо (в большинстве случаев) останется в форме капиллярно-подвешенных растворов.

Степень засоления донных отложений при этом будет зависеть от исходной минерализации окружающего водоема и от дисперсности донных отложений. Известно (А. Д. Архангельский), что степень засоления осадочных морских отложений колеблется в пределах 0,5—1,2%.

Начало почвообразовательных процессов на донных морских отложениях Каспия во внедельтовой обстановке будет, таким образом, всегда сопровождаться некоторой начальной засоленностью, соответствующей 0,3—0,5—1% солей. Вследствие этого на молодой приморской суше можно наблюдать широкое развитие таких галофитов, как солерос, нитрария, бескильница.

В зависимости от условий климатической обстановки морские легкорастворимые соли будут либо быстро вымыты из почв молодой суши побережья (в районах с относительно повышенным количеством зимних атмосферных осадков), либо же в понижениях рельефа, вследствие непрерывно текущих процессов испарения и транспирации, степень засоления будет быстро возрастать (как это имеет место в сухих районах прикаспийских низменностей, например, в юго-восточной Ширвани и в особенности в Юго-Западной Туркмении). В этих случаях через 10—15 лет приморские лугово-солончаковые почвы хлоридно-сульфатного засоления быстро превращаются в солончаки.

Следы морского засоления в громадной степени зависят от последующей истории суши. В тех районах прикаспийских низменностей, которые оказываются под влиянием нижнего течения рек Куры, Волги, Атрека, морские осадки погребаются дельтово-пойменными отложениями. Сам процесс погребения морских, в том числе и соленосных, отложений Прикаспия поемно-дельтовыми отложениями, естественно, будет сопровождаться растворением, выщелачиванием и выносом значительной части солей, оставленных в период морской фазы соленакопления. Капиллярные и гравитационные растворы морского происхождения могут быть при этом замещены капиллярно-гравитационными растворами вод речного происхождения (пресными и содержащими высокое количество солей кальция).

Там, где дельты и русла рек перемещались и где прекращалось опресняющее влияние их на засоленные приморские отложения, там в прибрежно-морской зоне продолжали формироваться и хорошо сохранились солончаки маршевого и приморско-лиманного происхождения (низкая часть юго-восточной Ширвани).

Так как Кура-Араксинская низменность на значительной части оказалась перекрытой отложениями дельт и пойм Аракса, Куры, Болгарчая, Ах-Су и Геокчая, современная поверхность низменности практически утратила те ландшафты, которые связаны непосредственно с прибрежно-морскими условиями. Соответственно на значительной части Кура-Араксинской низменности следы морского соленакопления практически не проявляются. Лишь в пределах восточной Мугани и части Сальянской степи, где имели место неоднократные вторжения мелководного соленого залива, прослеживается ясное влияние морского соленакопления.

Дельта Атрека развита несравненно слабее дельты Волги и Куры. Соответственно здесь сохранились и на значительных пространствах зафиксировались территории приморских шоровых солончаков и минеральных солончаков, образовавшихся на месте усохших заливов, лиманов и маршей (Юго-Западная Туркмения).

Наконец, косвенное влияние моря на современные процессы соленакопления в прикаспийских низменностях может проявляться в процессах вторичного вымывания морских солей из толщ четвертичных и третичных морских отложений, поднятых в результате горообразовательных процессов и тектонических движений земной коры.

Во всех случаях следы влияния морских растворов на засоление грунтов, грунтовых вод и почв будут проявляться в относительно повышенном содержании сернокислых солей, в особенности сернокислого натрия и магния.

Эта повышенная сульфатность особенно бросается в глаза при сравнении участков приморского засоления с хлоридными десульфированными рассолами нефтяного типа и с концентрированными хлоридными водами древнего грунтового потока.

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССАХ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В АРАЛО-КАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Вопрос о роли растительного покрова в процессах современного соленакопления рассматривался неоднократно в наших прошлых исследованиях (1937—1946). Новые исследования Кура-Араксинской экспедиции в Азербайджане (начатые с 1946 г.) приводят в основном к подтверждению ранее сформулированных выводов.

Растительный покров в пределах Кура-Араксинской низменности и окружающих ее предгорных равнин, как и для других районов пустынь и полупустынь, может быть подразделен на четыре основные группы: солянки мясистые; солянки полусухие; солянки сухие; злаки, бобовые, полыни. Эти четыре группы растений характеризуются совершенно различным химизмом минеральных веществ, вовлекаемых в ткани растений (табл. 1).

Таблица 1

Пределы содержания и состав зольных веществ в растениях Кура-Араксинской низменности (северная Мугань и Мильская степь)

Минеральные соединения	Солянки мясистые	Солянки полусухие	Солянки сухие, ксерофиты	Эфемеры, злаки, бобовые, полыни
Содержание зольных веществ:				
в % от сухой массы	35—50	25—12	19—10	16—5
в % от суммы солей в почве	1,15	3,00	0,52	0,93
в % от суммы зольных веществ:				
Cl	9,6—39,0	2,7—21,3	12,9—16,0	4,0—18,7
SO_4	4,1—32,4	35,3—56,8	3,3—17,6	3,8—37,0
SiO_2	1,6—26,6	2,0—32,6	15,7—46,4	3,4—72,0
Al_2O_3	0,1—2,1	0,3—3,4	2,5—3,5	0,3—8,3
P_2O_5	0,07—1,4	1,3—2,6	1,4—2,2	1,0—6,0
Na	21,0—53,0	2,9—15,7	11,3—16,0	0,5—9,4
K	2,2—7,4	5,5—15,8	7,6—9,2	7,0—27,0
Mg	1,0—2,7	3,5—8,2	2,9—4,9	0,9—6,8
Ca	0,57—5,7	6,3—16,9	3,2—10,5	1,9—23,0

Растения группы мясистых солянок содержат в своих тканях, в расчете на сухое вещество, до 40—50% зольных веществ, представленных главным образом хлористым натрием и лишь отчасти сернокислыми солями. Солянки полусухие содержат в своих тканях до 20—25% зольных веществ. При этом бо́льшая часть в составе зольных веществ принадлежит сернокислым солям натрия и отчасти калия и кальция. В сухих солянках содержание зольных веществ не превышает 10—20%. В составе минеральных веществ при этом преобладают соединения кремнезема, а также, примерно в равных

соотношениях, хлориды и сульфаты. В тканях эфемеровых растений, злаков, бобовых и др. содержание минеральных веществ колеблется в пределах 5—16%; при этом преобладающее место занимают соединения кремнезема, фосфорной кислоты, а из катионов — соединения кальция и калия. Интересно поведение окислов алюминия: их количество в составе золы возрастает по мере ослабления галофитности растений, достигая максимума в золе четвертой группы растений.

На примере растительного покрова Азербайджана, как и в прежних исследованиях, выясняются устойчивые биохимические различия растений разных видов и условий местообитания.

В химизме минеральных веществ, вовлекаемых растительным покровом в свои ткани, сохраняется общая закономерность, свойственная процессам концентрирования солей: по мере увеличения суммы зольных веществ в их составе все большую роль приобретают легкорастворимые соли, вначале сернокислые и при более высоких концентрациях—хлористые. Однако в отличие от минеральных процессов концентрирования в растительных организмах при малых количествах минеральных веществ, кроме обычного в таких случаях преобладания углекислого и сернокислого кальция, на первое место выходят соединения кремнезема, фосфора и калия.

Если обратиться к данным, характеризующим величину ежегодного поступления минеральных веществ в наземные ткани растений, то можно видеть, что для большей части ландшафтов предгорных полупустынных и низменных пустынных равнин Азербайджана и Туркмении эта величина колеблется в пределах 200—300 кг/га. В расчете на запас солей в полуметровом слое почвы это составляет немного — всего лишь 1—2,5%.

Таким образом, можно принять, что растительный покров в бассейне Прикаспийской низменности в среднем мобилизует ежегодно 200—300 кг минеральных веществ с каждого гектара. Эти 200—300 кг минеральных веществ представлены преимущественно соединениями серы, фосфора, калия, кальция и находятся в пределах биологического круговорота веществ на повышенных, наиболее древних поверхностях. Эти компоненты как бы вырваны силой жизнедеятельности растительных организмов из геологического круговорота веществ, относительно задерживаясь и накапливаясь в областях формирования элювия и развитых зональных почв. Компоненты, занимающие второстепенное и третьестепенное место в составе минеральных веществ растительных организмов (соединения хлора, натрия, магния), не захватываясь растительными организмами, уходили и уходят с водами поверхностного и подземного стока к областям аккумуляции — к солончакам, соляным озерам и морям.

Таким образом, подтверждается ранее установленное положение об активной роли растительных организмов в дифференциации солей по их химизму.

Размеры ежегодной мобилизации минеральных веществ наземной частью растительного покрова колеблются от 20 до 60 кг/га минеральных веществ на такырных равнинах Туркмении, до 600—1000 кг/га на пухлых и мокрых солончаках (табл. 2).

Эти сами по себе незначительные количества солей, вовлекаемых в поверхностные горизонты растительным покровом галофитов, играют, конечно, второстепенную роль в сравнении с ежегодным притоком легкорастворимых солей в результате испарения почвенно-грунтовых вод (5—10 тыс. кг/га). Однако если сопоставить соотношение между катионами и анионами в почвенно-грунтовых водах и в составе солей, вовлекаемых галофитами в свои ткани, то можно видеть, что в последних относительно возрастает доля соединений калия, кальция, серы.

Таблица 2

Содержание солей в наземной массе растений, вовлекаемых в биологический круговорот

Ландшафт и почвы	Виды растений	Урожай, ц/га	Зольность, %	Ежегодный средний приток зольных веществ, т/га
Низменности, мокрые солончаки	Галофиты сочные	25	40—50	1,00
Солончаки пухлые, солончаковатые почвы	» полусухие	30	12—25	0,60
Остаточно засоленные, сероземно-солончаковые, такырно-солончаковые почвы	» сухие	20—25	10—20	0,30
Сероземы предгорных равнин и древнеаллювиальных равнин	Эфемеры, злаки, бобовые, полыни и др.	15—20	5—15	0,20
Поймы и дельты, болотно-луговые почвы (туган)	Болотно-луговые	20—25	10	0,2—0,3
Такырные равнины	Галофиты сухие	1—2,5	25	0,02—0,06

Таким образом, галофиты, несмотря на их способность поддерживать засоленность верхних горизонтов почв, в процессе своей жизнедеятельности изменяют соотношение солей в пользу физиологически менее вредных.

Почвообразующая роль сухих и полусухих солянок как абсолютно, так и относительно велика. В большинстве случаев почвенный покров в этих условиях характеризуется значительной глубиной залегания грунтовых вод и ослаблением их засоляющего влияния на поверхностные слои почвы. В этой обстановке ежегодная перекачка галофитизированной растительностью 300—600 кг/га минеральных веществ (главным образом легкорастворимых солей) в поверхностные горизонты почвы не может пройти бесследно для них. Несомненно, в этих условиях растительность активно поддерживает засоленность и солонцеватость почвенного покрова.

Таким образом, есть основания считать, что на значительных пространствах Туркмении и Азербайджана покров сухих галофитов существенно способствует сохранению остаточной засоленности этих почв. Однако в составе минеральных веществ, вовлекаемых этими группами растений в свои ткани, преобладают, как отмечено выше, сернокислые соли. Соответственно и здесь под влиянием жизнедеятельности растительного покрова химизм солей в почвах будет постепенно меняться в сторону преобладания сульфатов.

Относительно высокая кремнеземистость, а также повышенное содержание соединений натрия и калия в сухих солянках, куда входят кермек, камфоросма, часть полыней, кохии и др., очевидно, способствуют поддержанию некоторой солонцеватости верхних горизонтов почв. Возможно, что это сказывается на формировании бесструктурных коркующихся почв Азербайджана и такыровидных почв Туркмении.

Здесь следует напомнить ранее известные факты осолонцовывающего влияния на почвы растительного опада саксаула, черной полыни и др.

Таким образом, в биогеохимической роли растительного покрова на равнинах прикаспийских низменностей должно быть отмечено:

1. Активное воздействие на процессы пространственной дифференциации легкорастворимых солей вследствие биологического захвата фосфора кальция, серы, калия и относительного и абсолютного оттока соединений хлора, магния, натрия.

2. Активное воздействие на вертикальную дифференциацию легкорастворимых солей в профиле почв и в грунтовой воде, выражающееся в абсолютном и относительном накоплении в составе растительных тканей и в удержании в верхних горизонтах почвы соединений фосфора, серы, кальция, калия, что способствует относительному и абсолютному выносу соединений хлора, магния и натрия в нижние горизонты почвы и в грунтовые воды.

3. Засоляющая роль галофитных растений в условиях солончаковых местообитаний, находящихся в зонах минеральных процессов соленакопления.

4. Способность части сухих и полусухих галофитов поддерживать остаточную засоленность рассоляющихся почв, изменяя при этом химизм солей в сторону нарастающего преобладания сульфатов.

5. Возможные случаи осолонцовывающего влияния растительного опада некоторых растений в районах рассоления за счет влияния углекислых и кремнекислых щелочей, находящихся в тканях растений.

6. Остепняющая роль растительного покрова в районах длительного рассоления, обязанная вовлечению в ткани злаков, бобовых и особенно эфемеровых растений соединений кальция, калия, серы, фосфора.

7. Возможное новообразование в почве глинных минералов благодаря вовлечению в состав золы растений соединений кремнезема и алюминия.

Еще бо́льшую роль в процессах движения и перераспределения солей играют корневые системы растений.

Исследования минеральных веществ корней растительности юго-восточной Ширвани показали, что корни вовлекают в 2—8 раз больше минеральных веществ в свои ткани, чем наземная часть растительного покрова. Если наземная часть галофитных растений вовлекает в биологический круговорот 0,2—1,0 т минеральных веществ на каждом гектаре, то корневая система растительных ассоциаций, произрастающих на солончаках, солонцах и солонцовых почвах Ширвани, вовлекает соответственно 1,7—1,8 т (табл. 3).

Особенно велика роль корней эфемеровой растительности. Корневая система эфемеров, ежегодно полностью минерализующаяся, вовлекает в биологический круговорот 1,0—1,7 т минеральных веществ. Таким образом, деятельность корневых систем эфемеровых растений в круговороте минеральных веществ крайне интенсивна и существенно превышает роль наземной части растительного покрова пустынь и полупустынь.

Особенно важно отметить, что в составе минеральных веществ корней эфемеров большая доля принадлежит соединениям кальция и калия, отношение суммы которых к натрию значительно шире, чем отношение кальция и калия к натрию в золе наземной части растительного покрова. Бросается также в глаза относительно пониженная доля в составе минеральных веществ корневых систем хлоридов.

Корневые системы растительного покрова оказываются еще более могучим фактором миграции минеральных веществ, чем наземная часть растительного покрова. Корневыми системами мобилизуется громадное количество минеральных веществ, которые в последующем циркулируют главным образом с почвенными растворами в толще почвенного профиля и в грунтовых водах. Минеральные же вещества, собираемые наземной частью растительного покрова, не только возвращаются в почву, но и циркулируют с водами поверхностного стока или пыльными бурями уносятся в атмосферу.

Таблица 3

Содержание и состав зольных веществ в корнях растений юго-восточной Ширвани Кура-Араксинской низменности

Показатели	Солончак		Светлобурая, слабосолонцеватая, засоленная		Солонец остаточно солончаковатый		Рассолонцовывающийся солонец	
	эфемеры	полыни и солянки	эфемеры	полыни	эфемеры	полыни	эфемеры	полыни
Зольные вещества:								
в % на сухую массу	22,48	8,03	14,03	10,34	13,49	7,03	15,41	8,03
в % от суммы зольных веществ:								
Cl	2,04	14,69	4,14	5,19	1,46	4,66	0,77	4,17
SO_4	23,60	9,97	4,81	7,55	8,51	10,32	4,07	7,54
SiO_2	20,24	11,21	47,46	14,60	33,88	17,07	31,80	13,45
Na	2,46	12,26	2,95	10,46	1,40	7,85	1,39	9,16
K	2,16	9,30	4,27	4,86	3,55	10,21	3,29	15,37
Mg	1,68	2,93	2,64	2,71	1,33	2,73	1,97	2,22
Ca	6,23	13,88	8,56	14,08	7,65	10,65	4,09	6,99
Корни в толще 0—50 см, т/га	7,8	1,5	8,4	5,3	7,3	9,4	10,3	1,8
	9,3		13,7		16,7		12,1	
Вовлекается в биологический круговорот зольных веществ, т/га	1,7	0,1	1,2	0,5	1,0	0,7	1,6	0,1
	1,8		1,7		1,7		1,7	

Таким образом, минеральные компоненты наземной части растительного покрова в большей степени подвержены выносу за пределы данной почвенно-растительной группировки, в то время как минеральные компоненты, вовлекаемые в состав органического вещества корневыми системами, остаются преимущественно в верхних почвенных горизонтах, участвуя в формировании почвы.

Преобладание в катионной части минеральных веществ калия и особенно кальция при относительно пониженной доле магния и особенно натрия объясняет громадную роль корневых систем растений, особенно эфемеров, в самомелиорации солонцовых и такырных почв, т. е. в процессах их остепнения.

Еще в 1937 г. нами было высказано утверждение о роли растительного покрова в биологической самомелиорации солонцовых почв за счет влияния биогенного кальция и калия. Исследования Е. П. Лагуновой, проведенные в последние годы, подтверждают это в полной мере и доказывают, что решающая роль в этих процессах принадлежит корневым системам растений, особенно злакам эфемеровой группы.

ЗНАЧЕНИЕ РЕЧНЫХ ВОД В НАКОПЛЕНИИ СОЛЕЙ В ПРЕДЕЛАХ АРАЛО-КАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Значение рек в процессах современного континентального соленакопления в дельтах ныне общепризнано, хотя еще и вызывает некоторые необоснованные возражения.

Исследования прошлых десятилетий позволили убедиться в том, что роль рек особенно велика в процессах засоления отложений, грунтовых вод и почв сухих и приморских дельт. В дельтах рек задерживается различная часть химического стока рек, сбрасываемого в значительной мере в морской или озерный водоем. В сухих дельтах рек практически происходит полное испарение вод, приходящих с верхнего и среднего течения рек, с закреплением масс легкорастворимых солей в толщах грунтов и почв периферии сухой дельты (так называемая зона рассеяния). В приморских дельтах часть легкорастворимых солей проникает в конечный водоем, вызывая (при бессточности последнего) рост минерализации его воды, а существенная часть солей задерживается в толщах поемных и дельтовых отложений.

Процессам соленакопления в приморских дельтах способствуют питающее влияние дельтовых русел на грунтовые воды, испарение вод на обширных разливах, испарение и транспирация близко залегающих застойных грунтовых вод молодой дельтовой суши, питающее влияние морских вод в сторону дельтовой суши (подпор и нагон).

Кура-Араксинская низменность представляет собой, в сущности говоря, систему сухих дельт таких рек, как Болгарчай, Ах-Су, Геокчай, Турьянчай и др., а также гигантскую общую пойму в нижнем течении и сросшуюся приморскую дельту рек Куры и Аракса. В периоды трансгрессий и регрессий Каспия эти дельты перемещались по поверхности Кура-Араксинской низменности, превращаясь периодически либо в приморские, причлененные дельты, либо же в дельты сухие, оторванные от конечного водоема.

В значительной степени то же можно сказать обо всей Арало-Каспийской низменности в целом, которая также является областью приморских и сухих дельт рек Аму-Дарьи, Сыр-Дарьи, Зеравшана, Сумбара, Атрека, Узбоя, Мургаба, Теджена и др. И здесь колебания в уровнях Каспийского и Аральского морей вызывали миграцию дельт и периодическое превращение их из сухих в приморские и обратно.

Таким образом, есть основания считать, что поемно-дельтовый режим сыграл громадную роль в истории процессов соленакопления всей Арало-Каспийской низменности.

Можно предполагать, что и в прошлом и в настоящем определяющая роль в процессах формирования четвертичных наносов и в засолении почвенно-грунтовых вод и почв принадлежала при этом Волге и Аму-Дарье. О том, как велика роль этих двух исполинских рек в накоплении твердых и химических осадков в пределах Арало-Каспийской низменности, можно судить по данным табл. 4 и 5.

Количество взвешенных веществ в реках Арало-Каспийского бассейна колеблется в пределах 0,1—4 г/л в среднем. При этом в каждом литре воды наименьшее количество взвешенных веществ транспортирует Волга, а наибольшее Аму-Дарья.

Все реки Каспийского бассейна сбрасывают ежегодно в низовья дельты и в море около 127 млн. т твердых осадков, в том числе Волга, Терек и Кура приносят в нижнее течение каждая в отдельности примерно по 25—30 млн. т твердых наносов. В бассейне Аральского моря только одна Аму-Дарья сбрасывает в нижнее течение около 168 млн. т твердых наносов. Вместе с Сыр-Дарьей это составит 195 млн. т. Остальные реки Аральского бассейна все вместе сбрасывают в область своих дельт еще около 5—10 млн. т твердых отложений.

Таким образом, масса твердых наносов, поступающих ныне с реками в пределы всей Арало-Каспийской низменности, составляет примерно

Таблица 4

Принос солей реками в Арало-Каспийскую низменность

Реки	Сток годовой: жидкий км³	твердый: г/л	твердый: млн. т	солевой: г/л	солевой: млн. т	вредных солей, млн. т
Бассейн Каспийского моря						
Волга	255,7	0,12	31,8	0,207	50,0	9,0
Урал	11,04	0,37	4,08	0,310	3,32	1,55
Терек	11,0	2,34	25,8	0,281	3,09	1,37
Кура	18,0	1,41	25,4	0,249	4,39	1,44
Алджиганчай	0,12	3,34	0,40	0,40	0,048	0,021
Турпанчай	0,49	3,34	1,64	0,376	0,19	0,07
Геокчай	0,37	4,45	1,65	0,273	0,10	0,08
Гирдыманчай	0,10	2,43	0,243	0,640	0,06	0,03
Ах-Су	0,03	2,43	0,073	0,614	0,018	0,009
Итого по Каспийскому бассейну	297,29	—	126,72	—	61,216	13,507
Бассейн Аральского моря						
Аму-Дарья	42,0	4,0	168,0	0,40	17,74	5,35
Сыр-Дарья	13,5	1,9	26,0	0,448	6,05	2,04
Зеравшан	2,5	2,1	5,25	0,400	1,0	0,50
Итого по Аральскому бассейну	58,0	—	199,25	—	24,79	7,89
Итого по Арало-Каспийскому бассейну	355,29	—	325,97	—	86,006	21,397

Использованы: О. А. Алекин. Гидрохимия рек СССР, ч. II, 1948; его же Гидрохимия рек СССР, ч. III, 1949; Г. В. Лопатин. Твердый сток рек бассейна Каспийского моря. 1948.

325 млн. т ежегодно. При этом решающая роль принадлежит четырем рекам: Аму-Дарье, Волге, Куре и Тереку.

Если принять объемный вес этих наносов равным 1,2—1,3, то это составит призму при основании в 1 км², высотой около 260 м, т. е. около четверти километра! Здесь не учтен донный твердый сток, который, очевидно, также велик.

Морские течения разносят в настоящее время и разносили, конечно, на всем протяжении четвертичной истории Арало-Каспийских бассейнов массы приносимых твердых осадков по обширной территории. Миграция дельт, вызываемая трансгрессиями и регрессиями морей и тектоническими процессами, поддерживала это явление.

Содержание легкорастворимых солей в водах рек Арало-Каспийского бассейна колеблется в пределах 0,2—0,4 г/л в среднем. В сумме это дает громадную величину химического стока. Реки Каспийского бассейна сбрасывают ежегодно в нижнее течение и в море около 61 млн. т растворен-

Таблица 5

Принос солей реками в Арало-Каспийскую низменность

Реки	Возможный средний состав химических наносов, %: вредных солей	$CaCO_3$	$CaSO_4$	Возможное среднее содержание солей в наносах, %: плотный остаток	вредных солей	$CaCO_3$	$CaSO_4$	% выноса всех солей реками Арало-Каспийского бассейна	% выноса всех солей реками
Бассейн Каспийского моря									
Волга	18,0	46,0	36,0	175,0	28,3	40,20	31,46	58,1	81,68
Урал	46,7	34,9	18,4	84,0	38,1	40,43	21,34	3,87	5,42
Терек	44,3	30,3	25,4	11,0	5,31	51,54	42,95	3,59	5,05
Кура	33,0	45,5	21,5	17,6	5,60	64,10	30,30	5,10	7,17
Алджиганчай	46,77	44,9	8,33	11,9	5,25	79,9	14,85	0,05	0,08
Турпанчай	36,9	59,3	3,3	11,2	4,24	90,13	5,63	0,22	0,31
Геокчай	80,0	15,0	5,0	6,11	4,84	71,41	23,75	0,11	0,16
Гирдыманчай	50,1	11,6	38,3	26,3	12,34	20,30	67,36	0,06	0,10
Ах-Су	50,0	39,0	11,0	25,2	12,32	68,43	19,25	0,02	0,03
Бассейн Аральского моря									
Аму-Дарья	30,3	31,6	38,1	10,0	3,18	45,0	52,57	20,61	71,56
Сыр-Дарья	33,8	27,6	38,6	26,2	7,85	38,50	53,65	7,03	24,40
Зеравшан	50,0	44,0	6,0	19,0	9,52	79,64	10,86	1,16	4,04

ных солей, в том числе одна Волга сбрасывает около 50 млн. т. Реки Аральского бассейна сбрасывают в свои низовья примерно 25 млн. т. При этом на долю Аму-Дарьи приходится около 18 млн. т, на долю Сыр-Дарьи — около 6 млн. т, а остальное распределяется в сухих дельтах рек, не доходящих до Аральского моря.

В сумме все реки Арало-Каспийского бассейна сбрасывают в свои низовья в настоящее время ежегодно около 86 млн. т легкорастворимых солей. Из этого количества около 80%, т. е. наибольшая доля (68 млн. т), приносится водами Волги и Аму-Дарьи. В Каспийском бассейне 81,7% всех приносимых солей поступает с водами Волги, а в Аральском — 71,6% с водами Аму-Дарьи.

Таким образом, преобладающая часть химических осадков, аккумулирующихся ныне и в прошлом в собственно континентальных отложениях Арало-Каспийской низменности, обязана деятельности этих двух рек, и прежде всего Волге.

Известно, что водный баланс Каспия регулируется в большой степени испарением в заливах восточного побережья (Кайдак, Мертвый Култук, Кара-Богаз-Гол и др.). Восточный берег Каспия и ныне и в прошлом расположен в более сухом и жарком климате, чем его другие части. Циркуляция вод и преимущественное испарение их у восточных берегов приводили к тому, что массы растворенных солей, приносимых в Каспийский бассейн волжскими и куринскими водами, уходили к пределам Средней Азии, участвуя в процессах засоления грунтовых вод, грунтов и почв западной части Арало-Каспийской низменности. В то же время соли, приносимые Курой, Араксом и другими реками Кура-Араксинской низменности, явились

существенным источником солей в области древних и современных дельт и пойм этих рек.

Химический состав Каспийского моря, как это очевидно из приведенных цифр, определяется в основном Волгой. Волгой определяются и процессы соленакопления в приморских областях суши не только северного побережья Каспия, но и внедельтовых районов западного и восточного его побережий. Химический состав Аральского моря определяется химическим стоком Аму-Дарьи.

Миграция дельт Волги на огромных пространствах от Терека до Камышина и дельт Аму-Дарьи от Красноводска до нынешнего Арала привела к формированию огромных поемно-дельтовых равнин, сложенных в основном осадками этих двух рек. На этих же обширных пространствах отлагались, отлагаются и ныне продолжают перемещаться и участвовать в процессах соленакопления растворенные соединения, приносимые этими же двумя реками.

В сумме твердый и химический сток в пределах Арало-Каспийской низменности составляет около 412 млн. т ежегодно. Если пересчитать средний химический сток в процентах от среднего твердого стока, то сумма карбонатов и сульфатов кальция, а также легкорастворимых солей составит в массе наносов, поступающих в Арало-Каспийскую низменность, примерно 23%, в том числе на долю вредных солей должно приходиться около 6%. Наносы Волги и Урала должны иметь среднее содержание вредных солей 28—38%, Аму-Дарьи, Сыр-Дарьи и Зеравшана соответственно около 3, 8, 9%.

Практически в пределах области поемно-дельтовых отложений Арало-Каспийской низменности такие высокие степени засоления почв и грунтов встречаются редко и лишь на ограниченных территориях и далеко не сплошь. Это в основном обязано явлениям дифференциации механических наносов и химических осадков. Химические осадки в наибольшей степени аккумулируются в водах конечных морских водоемов, а также в грунтовых водах, в ране соляных озер и солончаков. Механические же наносы остаются в дельтах и поймах. Это обусловливает формирование в поемно-дельтовых областях Арало-Каспийской низменности опресненных грунтовых вод, грунтов и почв, которые наложены на древние осадки, пропитанные рассолами древнего геохимического потока и высокоминерализованными водами нефтяного типа.

Пресные речные воды в молодых дельтах Куры, Терека, Волги, Аму-Дарьи как бы плавают на древних, более минерализованных водах. Чем относительно старше дельтово-поемная суша, тем в большей степени ослабляется и со временем прекращается питание пресными речными водами грунтовых вод дельт. Происходит прогрессивное расходование первичных аллювиальных вод в поемно-дельтовых отложениях в результате испарения и транспирирующей деятельности растительного покрова. Если расходование пресных аллювиальных грунтовых вод в молодой дельтовой суше не восполняется паводковыми разливами и фильтрацией, то дельтовая суша в условиях жаркого и крайне сухого климата аралокаспийских пустынь засоляется и в последующем как бы консервируется в виде остаточно засоленных почв и сухих солончаков. Поэтому на обсохших древних дельтовых равнинах господствует покров солончаков или солончаковых такыровидных почв, имеющих довольно глубокий уровень минерализованных грунтовых вод, не участвующих уже в почвообразовании.

Подобные поемно-дельтовые древние равнины с покровом сухих солончаков или такырных солончаков (с глубокими грунтовыми водами) широко представлены в низовьях Сыр-Дарьи, на древних дельтах Аму-Дарьи,

на древних дельтах Атрека и в юго-восточной Ширвани на древней дельте Куры.

На тех же пространствах Арало-Каспийской низменности, где резко выражено влияние векового потока высокоминерализованных растворов и особенно влияние напорных восходящих вод нефтяного типа, расход опресненных аллювиальных вод восполняется поступлением концентрированных растворов, содержащих высокое количество хлоридов натрия и отчасти хлоридов магния и кальция. В подобных областях незасоленные лугово-дерновые почвы дельтово-аллювиальных равнин быстро (в течение 10—20—50 лет) превращаются в почвы хлоридно-натриевого засоления и солончаки.

Таковы на значительных пространствах дельтово-аллювиальные равнины юго-восточной Ширвани, Сальянской степи, восточной и центральной Мугани и части Мильской степи. Особенно высокие степени засоления наблюдаются в поемно-дельтовых отложениях на таких массивах Кура-Араксинской низменности, как солончаки Шор-Гель, Гаджи-Елчи, Хиллы, Аляты. Сюда необходимо отнести также район Кеймира, Небит-Дага и Келькора в Туркмении, солончаки террас Узбоя.

СУДЬБА СОЛЕЙ, ПРИНОСИМЫХ В АРАЛО-КАСПИЙСКУЮ НИЗМЕННОСТЬ

В пределы Арало-Каспийской низменности длительное время поступает огромное количество легкорастворимых солей, приносимых древним геохимическим потоком со стороны горных сооружений, современными водами рек, пролювиальных и делювиальных потоков эоловыми наносами, а также с атмосферными осадками.

Если суммировать эти гигантские количества солей, непрерывно и с древнейших времен поступающих в пределы Арало-Каспийской низменности, то можно поражаться не тому, как велико здесь распространение засоленных почв и грунтов и высокоминерализованных природных вод, а скорее тому, как относительно мало распространены процессы засоления, несмотря на колоссальные поступления солей.

Пересчет суммы растворенных в речных водах солей в процентах от суммы ила, приносимого Аму-Дарьей, Сыр-Дарьей и Курой, обнаруживает исключительно высокое содержание солей в массе того материала, который сбрасывается реками в низменность. Если принять, что сумма легкорастворимых солей в водах Аму-Дарьи составляет 0,4 г/л, в водах Куры — 0,2 г/л, а твердые взвешенные наносы, транспортируемые этими реками, соответственно 4 и 1,4 г/л, то засоленность дельтово-поемных отложений Аму-Дарьи и Куры в случае полного испарения речных вод в области накопления наносов составит примерно 10—17%, а за вычетом малорастворимых и безвредных углекислых и сернокислых солей должна приближаться примерно к 3—5%.

Почему же, однако, несмотря на значительное распространение процессов современного соленакопления в Арало-Каспийской низменности, мы обнаруживаем здесь также широкое существование незасоленных грунтов и почв, маломинерализованных и даже пресных подпочвенных и грунтовых вод?

Основной причиной образования незасоленных поемно-дельтовых отложений и связанных с ними вод и почв является пространственная дифференциация механических и химических осадков, приносимых современными реками и перераспределяемых морем. Однако дело не только в пространственной дифференциации, вызываемой оседанием взвешенного твердого материала и переносом легкорастворимых солей к областям конечного

стока и испарения речных и наземных вод, а также вод самого моря. Этот механизм дифференциации наносов и солей, конечно, играет исключительно могучую роль, отделяя дельтовые, аллювиальные и делювиальные отложения от легкорастворимых солей, выносимых в основном в конечные озера, моря и океаны.

В частности, как показали приведенные выше данные, в Каспийское море сбрасывается этим путем более 61 млн. т легкорастворимых солей, а в Аральское море их поступает ежегодно около 25 млн. т. Поступающие в Каспийское и Аральское моря легкорастворимые соли, с одной стороны, участвуют в образовании минерализованных вод этих двух водоемов, а с другой — непрерывно расходуются на процессы соленакопления в лагунах, заливах и приморских маршевых солончаках. Так, один Кара-Богаз-Гол, по подсчетам В. П. Ильинского, благодаря испарению и мощному соленакоплению, протекающему в его пределах, в состоянии поглотить всю массу хлористых солей, сбрасываемых реками в Каспий.

О гигантской роли Арала, Каспия и их заливов в аккумуляции солей и в освобождении суши Арало-Каспийской низменности от вредных легкорастворимых солей можно судить по данным таблиц их водносолевого баланса, приведенных выше (см. табл. 4 и 5).

Если бы не существовало ландшафтного разделения пойм и дельт от озер — морей и если бы речные воды испарялись непосредственно там, где идет отложение поемно-дельтовых наносов, то последние имели бы исходную засоленность не менее 3—5%.

Таким образом, основная масса легкорастворимых солей, транспортируемых водами наземного стока, отделяясь от механических наносов, выпадающих в поймах и дельтах, проносится реками через устья в конечные водоемы (озера, моря).

Наряду с этим основным механизмом дифференциации механических и химических осадков в природе действует ряд дополнительных факторов, способствующих отделению химических осадков от механических отложений, от грунтов и от почв.

Решающая роль в выносе тех масс легкорастворимых солей, которые выпали совместно с механическими осадками речного или морского происхождения, принадлежит процессам рассоления, когда ранее накопленные легкорастворимые соли уходят с вертикальным или боковым потоком гравитационных вод. В условиях прикаспийских низменностей процессы современного рассоления охватывают обширные территории древней суши речного и морского происхождения, поднятые тектоническими процессами на отметки порядка 200—500 м (неоген). Отрыв от грунтовых вод, расчленение этой суши гидрографической сетью, господство нисходящего тока почвенных вод приводят к тому, что гигантские пространства поднятых арало-каспийских равнин, в прошлом бывших в зоне накопления, ныне относятся к областям выноса легкорастворимых солей и рассоления.

Важно подчеркнуть, что существование процессов рассоления является могучим фактором отделения в пространстве химических осадков от механических, т. е. от грунтов и почв.

Громадную роль в процессах горизонтальной и вертикальной дифференциации легкорастворимых солей и почвогрунтов играет скопление легкорастворимых солей в природных водах — озерах, ране соляных озер, в концентрированных почвенных растворах, подвешенных в горизонтах почв, в высокоминерализованных почвенно-грунтовых водах.

В почвенных растворах Арало-Каспийской низменности концентрация солей достигает 100—200—300 г/л. Легкорастворимые соли в процессе диффузии гравитационными и конвективными (по А. Т. Морозову) токами

из почвенных растворов и верхних слоев грунтовой воды распространяются на большие глубины, порядка 15—30—50 м и, очевидно, глубже. Вследствие ухода части легкорастворимых солей из почв в грунтовые воды создается мощный дополнительный резервуар для аккумуляции легкорастворимых солей, способствующий освобождению от них грунтов и почвенных горизонтов, расположенных выше зоны капиллярного смачивания.

Картину постепенного перераспределения легкорастворимых солей из верхних высокоминерализованных горизонтов грунтовой воды в более глубокие можно представить из данных рис. 1.

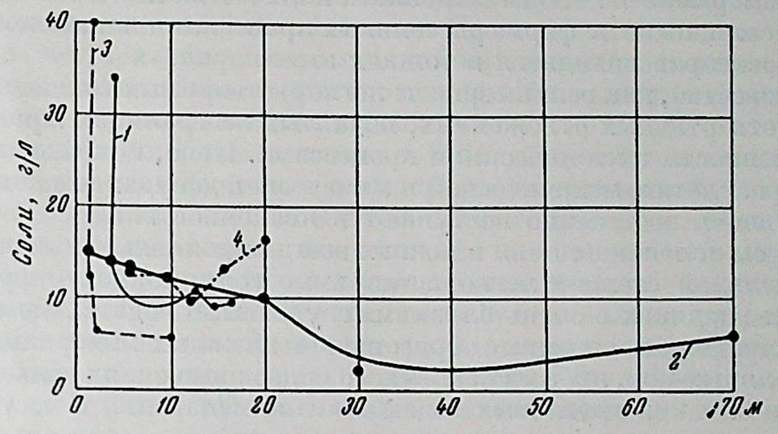


Рис. 1. Зависимость минерализации грунтовых вод от глубины в водоносном горизонте (по данным Рождественского, Георгиевского, Рабочева).

1 — Голодная степь; *2* —Голодная степь; *3* — Хорезм; *4* — Чарджоу.

Значительная часть Прикаспийской низменности находится в области непрерывного погружения. Толщи соленосных морских и речных третичных и четвертичных отложений, обнаруженные буровыми скважинами и вскрытые обнажениями, составляют суммарную мощность в несколько тысяч метров. Естественно, что уходящие в результате погружения из сферы современного почвообразования толщи континентальных и морских осадочных отложений увлекают за собой часть вмещающихся в них минерализованных грунтовых вод и подвешенных капиллярных растворов, прослои и рассеянные массы кристаллических осадков легкорастворимых солей.

По данным, приведенным в табл. 6, можно составить представление о количестве солей, выведенных из среды почвообразования, из поверхностных слоев Кура-Араксинской низменности в результате глубокого погружения

Таблица 6

Минерализация грунтовых вод четвертичных отложений на больших глубинах, г/л

Глубина, м	Уд. вес	Cl	SO_4	Ca	Mg
40	1,07	55,12	2,78	4,43	1,85
207	1,08	62,10	2,66	6,09	4,53
506	1,11	82,85	0,27	1,00	2,85
850	1,10	80,02	0,16	7,14	2,16

толщ новейших осадочных пород, а также гравитационного опускания более плотных растворов. Таким образом, процессы погружения являются четвертым фактором выключения больших масс солей из зоны гипергенеза.

Огромные массы легкорастворимых солей выводятся также из сферы почвообразования в дельтах и низменностях в результате поднятия суши. Глыбы поднятых толщ осадочных соленосных отложений морского и континентального происхождения третичного и четвертичного времени выводили из областей современного соленакопления Арало-Каспийской низменности неизмеримые по своим величинам количества легкорастворимых солей. Эти соли ныне в форме рассеянных кристалликов и пленочно-капиллярных растворов находятся в толщах этих пород.

Общеизвестно, как велики запасы легкорастворимых солей в третичных и древнечетвертичных отложениях, поднятых на границах Арало-Каспийской низменности тектоническими процессами. Надо, конечно, иметь в виду, что в результате механической и химической денудации поднятой суши эти соли вновь постепенно поступают в низменность.

Процессы соленакопления в почвах всегда проявляются неравномерно. В максимальной степени легкорастворимые соли концентрируются либо в шоровых впадинах с очень близкими грунтовыми водами, где идет непрерывное испарение последних с образованием влажных минеральных солончаков и соляных кор, либо на различного рода повышениях рельефа, являющихся при близких грунтовых водах очагами испарения и местной интенсивной аккумуляции легкорастворимых солей.

В полупустынях и особенно в пустынях Арало-Каспийской низменности каждый бугорок естественного и искусственного происхождения (остатки древних каналов, стен построек), испаряя пленочно-капиллярные растворы, со временем покрывается налетом солей или слоем пухлого солончака. В юго-восточной Ширвани и особенно в Туркмении мощность солевого, рыхлого слоя достигает иногда 20—30 см. В то же время соседние равнинные пространства или слабые понижения, благодаря большому наземному увлажнению, отличаются отсутствием легкорастворимых солей или их невысоким содержанием.

Нет сомнения в том, что резко выраженное в Арало-Каспийской низменности местное очаговое соленакопление в виде мокрых и корковых минеральных солончаков, шоров, а также пухлых солончаков на повышениях мезо- и микрорельефа играет вместе с тем громадную регулирующую роль в солевом балансе почв пустыни. Происходит сильно выраженное местное перераспределение легкорастворимых солей с образованием и длительным существованием малозасоленных и незасоленных почв на ровных и пониженных массивах поверхности за счет ухода, аккумуляции и сохранения солей в толщах мокрых, корковых и пухлых солончаков. Однако, как только прекращается влияние местного фактора соленакопления, начинаются процессы выравнивания и рассредоточения накопленных солей.

В условиях древних орошаемых оазисов Средней Азии и Кавказа аналогичную роль регуляторов водносолевого баланса местности играют внутриоазисные пустыри и перелоги, площадь которых в некоторых случаях составляет 50—70% поверхности орошаемого оазиса. Легкорастворимые соли, поступающие в орошаемый оазис разными путями, в процессе медленной, но ясно выраженной и непрерывно действующей местной циркуляции грунтовых вод от увлажненных орошаемых участков к сухим неорошаемым, перемещаются и аккумулируются в грунтовых водах, в грунтах и почвах пустующих территорий с образованием на них пухлых солончаков.

В древних орошаемых оазисах существует определенное, стихийно найденное населением соотношение между орошаемой площадью и площадью неполивных земель. В основе этого соотношения, как теперь становится ясно, лежит соответствие притока солей на орошенной территории тому расходу солей, который осуществляется диффузионным, капиллярным и гравитационно-конвективным передвижением на пустующие земли и в толщу грунтовых вод. Как только это соотношение будет тем или иным путем нарушено, пространства, испаряющие и аккумулирующие соли, перестанут выполнять свою роль, и начнется рост засоления даже на ранее относительно благополучных участках. Примеров этому история дала немало и в Закавказье и в Средней Азии. Задача профилактических и мелиоративных мероприятий заключается в сознательной разгрузке орошенного оазиса от легкорастворимых солей путем уменьшения притока солей и увеличения их выноса.

Эоловый вынос легкорастворимых солей из областей соленакопления является также могучим фактором регулирования солевого баланса. Те массы легкорастворимых солей, которые аккумулируются в пухлых, рыхлых горизонтах солончаков, легко подвергаются развеванию ветрами. Немалые запасы легкорастворимых солей с поверхности пухлых солончаков поднимаются в период бурь в атмосферу, выносясь далеко за пределы Арало-Каспийской низменности. Этот фактор, несомненно, поддерживает отмеченное нами явление несоответствия между степенью современной засоленности почв и грунтов Арало-Каспийской низменности и количествами легкорастворимых солей, поступающих в нее.

Известная роль в регулировании солевого баланса местности принадлежит также организмам. Растительные и животные организмы вовлекают в свои ткани значительное количество легкорастворимых солей, обусловливая биологические стадии процессов современного соленакопления. Часть продуктов минерализации растительных организмов поступает в воды поверхностного и подземного стока, а часть вовлекается в атмосферу вместе с пылью в периоды сильных ветров и затем вновь вступает в биологический круговорот.

Наконец, надо упомянуть также имеющий значение процесс перехода части солей в твердую фазу в виде относительно менее вредных и малорастворимых соединений. Так, в результате взаимодействия сернокислых солей с почвогрунтами, имеющими в обменном состоянии кальций, широко происходит реакция образования гипса и его перехода в осадок. Взаимодействие приносимых речными и морскими водами растворов сернокислого магния и натрия с хлористым кальцием, поступающим на поверхность с глубинными водами нефтяного типа, также приводит к образованию гипса, выпадающего в осадок, и тем самым к уменьшению общей концентрации растворимых вредных солей. Растворы карбонатов щелочных земель непрерывно переводятся при помощи ионов биогенного или обменного кальция в осадок углекислого кальция. Процессы восстановления, развитые в солончаковых условиях, непрерывно восстанавливая сульфаты и нитраты, влекут за собой десульфирование и денитрификацию солей, поступающих в Арало-Каспийскую низменность. В частности, глубинные воды, особенно нефтяного происхождения, отличаются крайне высокой десульфированностью, выражающейся в отдельных случаях в почти полном отсутствии сернокислых солей в растворах (см. табл. 6).

Таким образом, судьба солей, поступающих в пределы Арало-Каспийской низменности, чрезвычайно разнообразна и сложна. Наряду с притоком солей имеются резко выраженные процессы дифференциации механических и химических осадков, дифференциации солей по их растворимости и, что

особенно важно, процессы выноса легкорастворимых солей из сферы совре-
менного соленакопления и почвообразования.

Аккумуляция солей в пределах Арало-Каспийской низменности — лишь часть обширного геохимического процесса движения, дифференциа-
ции и накопления солей на материке.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД

Процессы пространственной дифференциации легкорастворимых солей, захват их растительными организмами, реакции обмена между отдельными солями и взаимодействия с поглощающим комплексом грунтов, как отме-
чено, оказывают весьма сильное влияние на химический состав почвенно-
грунтовых вод. Особенно большая роль в процессах концентрирования и превращениях химизма почвенно-грунтовых вод принадлежит испарению и транспирации растворов, а также скорости движения грунтового потока и характеру баланса грунтовых вод. Эти факторы формирования минера-
лизации и химизма почвенно-грунтовых вод рассматривались нами ранее (1946—1947). В более ранних работах их касались Герасимов и Иванова (1934 и 1936).

Работы Кура-Араксинской экспедиции, проведенные за последние годы, позволяют расширить наши прежние представления. К числу фак-
торов, роль которых в прошлом была сравнительно мало освещена, отно-
сятся процессы сорбции и изменения концентрации почвенно-грунтовых вод в результате взаимодействия их с грунтами, насыщенными обменным кальцием. Сами реакции взаимодействия между движущимися почвенно-
грунтовыми водами и поглощающим комплексом почвогрунтов были открыты С. И. Тюремновым и Б. Б. Полыновым сравнительно давно. Но-
вые экспериментальные исследования, проведенные нами с высококон-
центрированными растворами, расширили наши представления в этой области и показали, что грунт, насыщенный обменным кальцием, в состоя-
нии не только изменить катионный состав почвенно-грунтовых вод, но и вызвать значительное уменьшение общей концентрации раствора, а также почти нацело вывести сульфаты в осадок.

Растворы высокой концентрации (порядка 40—90 г/л), имеющие кон-
центрации сернокислых солей, близкие к насыщенным, при их взаимо-
действии с почвами и грунтами, содержащими обменный кальций (напри-
мер, лессы или новейшие аллювиальные отложения, луговые почвы), уменьшают свою суммарную концентрацию на 10—20 г/л, т. е. примерно на 25% по отношению к исходной. Это происходит в результате того, что натрий и магний концентрированных растворов интенсивно внедряются в поглощающий комплекс почв и грунтов, вытесняя соответствующее ко-
личество поглощенного кальция. Во внешнем растворе при этом происхо-
дит почти моментальное пересыщение раствора сернокислым кальцием, что влечет за собою выпадание последнего в осадок в виде гипса. Соответ-
ственно в составе концентрированных хлоридно-сульфатных растворов происходит значительное увеличение доли хлоридов. Раствор делается значительно более хлоридным по сравнению с исходным. Концентрация хлор-иона возрастает в результате таких реакций (как показали наши экспериментальные данные) на 40—45% к исходным.

Явления подобного рода могут неоднократно возникать в природе. В частности, воздействие концентрированного хлоридно-сульфатного рас-
твора на малозасоленные почвы и грунты аллювиально-лугового происхож-
дения имеет широкое распространение в пределах дельт Волги, Куры, Аму-Дарьи. В дельте Куры древнелуговые (чальные) почвы, образую-

щиеся на пойменных и дельтовых незасоленных отложениях, характери-
зуются высоким содержанием обменного кальция в поглощенном состоя-
нии. Подстилающие глубинные высокоминерализованные растворы с кон-
центрацией порядка 50—100 г/л постепенно охватывают своим воздействием снизу толщи аллювиальных отложений и лугово-дерновых почв низмен-
ности. В этой обстановке возникают не только реакции, отмеченные в свое время С. И. Тюремновым (образование хлористого кальция), но и образо-
вание гипса с уменьшением степени сульфатности приходящих растворов и с уменьшением на некоторое время их общей концентрации.

Сухие, насыщенные кальцием грунты могут вызвать сильные измене-
ния концентрации и химического состава почвенно-грунтовых вод, со-
держащих в большом количестве углекислые соли щелочей. Одновременно поглощение грунтом воды и вытеснение обменного кальция влекут за собою пересыщение растворов бикарбонатами и выпадение в осадок угле-
кислого кальция, что, как и в случае с гипсом, будет сопровождаться общим уменьшением концентрации почвенно-грунтовых вод.

Обменные реакции, возникающие между почвенно-грунтовыми водами и вмещающими их почвами и грунтами, меняют также физические и хими-
ческие свойства самих почв и грунтов. Эти явления зависят от химизма растворов, с одной стороны, и от химизма и минералогической природы почвогрунтов, — с другой.

Почвенно-грунтовые воды, содержащие хлористый натрий и в особен-
ности соду, будут осолонцовывать грунт, ухудшать его физические свойст-
ва и замедлять скорость движения гравитационных и капиллярных вод. Растворы, содержащие сернокислые соли, будут способствовать загипсова-
нию грунта, его цементации и появлению в грунте больших количеств химически связанной и недоступной растениям воды. Растворы, содержа-
щие значительные количества солей магния, также будут дезагрегировать грунт, ухудшая его водно-физические свойства. Наоборот, растворы, ха-
рактеризующиеся повышенным количеством солей кальция (сульфатов или бикарбонатов), будут формировать агрегированные грунты и структур-
ные почвы, насыщенные обменным кальцием и отличающиеся благоприят-
ными водно-физическими свойствами, в частности хорошей проводимостью как гравитационных, так и капиллярных растворов.

В свое время (1946) мы обратили внимание на то, что концентрации почвенно-грунтовых вод редко достигают пределов 200—250 г/л и почти никогда не превышают эту величину. Ныне новые материалы по Туркмении и Азербайджану подтверждают, что для почвенно-грунтовых вод Арало-Каспийской низменности характерно отсутствие концентраций больших, чем 200—250 г/л.

Существование этого предела в увеличении концентраций солей в грун-
товых водах мы можем объяснить двумя причинами. Наибольшая роль, повидимому, принадлежит ослаблению процессов испарения почвенно-
грунтовых вод и их транспирации по мере увеличения концентрации рас-
твора. Так, с открытой водной поверхности рассолы с концентрацией солей 65—117 г/л испаряются на 20—30% слабее, чем пресные воды (табл. 7, опыты по А. Т. Морозову).

Но еще значительнее снижается испарение высокоминерализованных вод через поверхность почвы.

Рассолы с концентрацией более 65 г/л испаряются с поверхности моно-
лита на 50—70% слабее, чем пресные воды в тех же условиях (табл. 8).

В лабораторных условиях, для того чтобы довести исходный раствор с концентрацией 7 г/л до концентрации 14 г/л, потребовалось шесть дней выпаривания раствора на паровой бане. Для доведения того же исходного

Таблица 7

Ослабление процесса испарения при высокой степени минерализации воды

Пятидневки	Испарение с водной поверхности с площади в 400 см² при различных степенях минерализации взятого раствора, см³				Соотношение испарения при разных степенях минерализации, %			
	степень минерализации, г/л							
	0,38	16,0	65,0	117,0	0,38	16,0	65,0	117,0
11—15.VIII	2174	2063	1926	1873	100	95,9	88,6	86,2
16—20.VIII	2145	1905	1808	1765	100	88,8	84,3	82,3
21—25.VIII	2103	1845	1696	1680	100	87,7	80,6	80,0
26—31.VIII	2152	2072	1783	1601	100	96,3	82,8	74,4
1— 5.IX	1456	1365	1279	1020	100	93,8	87,8	70,0

Таблица 8

Различие в испарении пресных и минерализованных вод с поверхности почвы (на монолитах)

Пятидневки	Кратность упаривания в долях от объема, насыщенного водой				Испарение почвой в % от значений для пресной воды			
	степень минерализации, г/л							
	0,38	16,0	65,0	117,0	0,38	16,0	65,0	117,0
11—15.VIII	0,39	0,38	0,20	0,16	100	97,7	51,3	41
16—20.VIII	0,29	0,28	0,16	0,12	100	96,5	55,2	41,4
21—25.VIII	0,22	0,22	0,11	0,09	100	100	50	41
26—31.VIII	0,22	0,24	0,10	0,10	100	109	45,4	45,4
1— 5.IX	0,20	0,20	0,09	0,07	100	100	45	35

раствора до концентрации 90 г/л при тех же условиях потребовалось уже 118 дней, так как скорость испарения падает по мере концентрирования раствора и снижает разности упругости пара над раствором и в воздухе.

В природных условиях климатического пояса советских полупустынь и пустынь при концентрации грунтовых вод порядка 150—200 г/л испарение их и потребление растительностью практически прекращаются. Больше того, в течение более холодного времени года происходит не столько испарение и концентрирование минерализованных почвенно-грунтовых вод, сколько их разбавление за счет атмосферных осадков и за счет (что особенно интересно и важно) конденсации атмосферной парообразной влаги рассолами.

Ослабление скорости испарения и транспирации почвенно-грунтовых вод и приближение этих величин практически к нулю по мере роста концентрации вод до рассолов влекут за собой важные последствия в генезисе и сезонной динамике засоленных почв. Например, по достижении почвенно-грунтовыми водами Кура-Араксинской низменности концентрации порядка 50—80 г/л чрезвычайно ослабляются процессы сезонного засоления почв и образования солевых максимумов в верхних горизонтах солончаковых почв. Судя по исследованиям динамики солевого режима, при этих концентрациях почвенно-грунтовых вод и соответствующих им концентрациях почвенных растворов (250—300 г/л) сезонное засоление почв уменьшается на 50—70% по сравнению с размахом сезонной динамики солей в верхних

горизонтах засоленных почв, имеющих концентрацию грунтовых вод порядка 15—20 г/л.

Ослабление сезонного засоления приводит в свою очередь к возрастанию относительной роли процессов сезонного промывания верхних горизонтов почвы. Одновременно уменьшается критическая глубина залегания грунтовых вод примерно на 40—50 см. В итоге происходит как бы отрыв верхней части профиля почвы от высокоминерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине каких-нибудь 1,5—2 м.

Имеет значение также возрастание удельного веса растворов. Приобретая высокие концентрации и соответственно более высокий удельный вес, тяжелые (плотные) растворы, естественно, стремятся занять более низкий уровень, снижая тем самым часть напора, который они испытывают со стороны слабее минерализованных грунтовых вод соседних, более высоких территорий. Высокий удельный вес растворов ведет к снижению бокового питания грунтовых вод и к уменьшению амплитуды сезонных колебаний уровня, обусловленных сезонным повышением притока воды от питающих более пресных источников. Уменьшение этих сезонных колебаний уровня является одним из весьма значительных факторов постепенного уменьшения и прекращения чисто солончакового соленакопления (с максимумом у поверхности) и окончательного отрыва самого верхнего горизонта почвы от высокоминерализованных грунтовых вод.

В динамике солей верхних, оторвавшихся от грунтовых вод почвенных горизонтов приобретают после этого особое значение восходящая диффузия хлористого натрия и нисходящие токи атмосферных вод. В сумме, очевидно, эти обстоятельства и вызывают столь характерное для Кура-Араксинской низменности явление опресненности и слабой солонцеватости верхних горизонтов почвы при относительно близких грунтовых водах и огромных запасах солей в нижней части профиля почвы, находящегося в сфере капиллярной каймы высокоминерализованных грунтовых вод.

Второй причиной, ограничивающей рост концентрации почвенно-грунтовых вод свыше 200—250 г/л, является вертикальный солеобмен в толщах водоносного горизонта. Раньше (1946—1947) нами было высказано предположение, что высокоминерализованные «верховодки», образующиеся в процессе испарения и транспирации почвенно-грунтовых вод, теми или иными путями затем отдают свои соли в лежащие ниже толщи водоносного горизонта. По данным буровых скважин, заложенных в солончаках Голодной степи, Чарджоу и Хорезма, можно видеть, что легкорастворимые соли, накопляющиеся в почвенно-грунтовых водах, распространяются на толщу до 20—30 м. Обычно в этих случаях профиль концентрации солей в грунтовых водах, давая резкие скачки, в общем характеризуется уменьшением суммы солей с глубиною в водоносном горизонте. Так, для условий Голодной степи и Хорезма известно, что сумма солей верхней части водоносного горизонта колеблется в пределах 15—40 г/л, а на глубине 10—30 м уменьшается до 3—6—10 г/л (рис. 1).

Раньше предполагалось, что решающая роль в этих процессах принадлежит явлениям диффузии, которые приводят к выравниванию концентрации в верхних и глубинных горизонтах грунтовой воды в результате нисходящего диффузионного потока ионов. Это явление, несомненно, существует и оказывает свое влияние на постепенное повышение минерализации глубоких горизонтов грунтовых вод. Однако исследования и теоретические расчеты А. Т. Морозова показали, что еще большее значение необходимо отдать эффекту струйчато-гравитационного «погружения» рассолов в толщу водоносного горизонта. Рассолы «верховодки» имеют удельный вес (1,08—1,1), заметно превышающий удельный вес маломинерализованных

или пресных вод (1,0). Создающаяся в результате сезонного испарения
транспирации стратификация почвенно-грунтовых вод в глубину по ко
центрации не может оказаться устойчивой и длительно сохраняться бе
систематического достаточного возобновления. Часть рассолов в ви
нисходящих струй и потоков медленно, но непрерывно погружается в то
щу более пресного и менее плотного водоносного горизонта, повыша
концентрацию солей в нем. При этом происходит «выдавливание» опре
ненных растворов снизу вверх. В конечном счете грунтовые воды как б
«стремятся» к перемешиванию и выравниванию своей концентрации в
столько в результате диффузионного потока ионов, сколько в результат
гравитационного погружения рассолов, выдавливающих опресненные вод
к поверхности.

При отрыве почвенно-грунтовых вод от дневной поверхности и корн
вой системы растений, т. е. после прекращения процессов испарения и тран
пирации, будет действовать односторонний механизм диффузионного
гравитационного оттока солей из верхних высокоминерализованных гори
зонтов грунтовых вод в глубокие менее минерализованные. Будет, таки
образом, развиваться процесс рассоления грунтовых вод, или, правильне
сказать, уменьшения их концентрации за счет распределения солей в
бóльшую глубину и в неизмеримо большем объеме.

В тех же случаях, когда грунтовые воды систематически расходуютс
на транспирацию и испарение, некоторое количество солей вновь повыша
концентрацию верхнего горизонта грунтовых вод, чем и поддерживаетс
разница в их минерализации по профилю.

Процессы гравитационного солеобмена в водоносном горизонте захва
тывают в природе толщу порядка 50—100 м, т. е. несравненно бóльшу
сферу, чем это рисовалось нам в прошлом. Очевидно, этим объясняетс
удивительная и в прошлом мало понятная выравненность высоких ко
центраций грунтовых вод Кура-Араксинской низменности на значитель
ную глубину.

Рост концентрации грунтовых вод в процессе их испарения и трансп
рации приводит, как мы отметили, в конце концов к замедлению само
расхода грунтовых вод на испарение и транспирацию. Между тем услови
питания грунтовых вод со стороны продолжают сохраняться. В результат
происходит подъем уровня высокоминерализованных концентрированны
растворов к поверхности.

Если на ранних стадиях существования молодой поемно-дельтовой
суши растительность обычно на глинисто-суглинистых почвах — породах
«удерживает» зеркало грунтовых вод благодаря транспирации на глубин
5—7 м, а испарение может «удержать» маломинерализованные грунтовы
воды на глубине около 3 м, то по достижении водами концентрации поряд
ка 50—100 г/л, вследствие изменения, а затем и отмирания растительного
покрова и ослабления минерального испарения, запасы грунтовых вод на
стадии рассолов начинают увеличиваться и их уровень приближается
к дневной поверхности, усиливая степень засоления почв и увеличивая
солевые запасы в почвогрунтах.

Это не находится в противоречии с тем, что, вследствие ослабления се
зонного засоления, верхняя часть профиля почвы может оказаться затро
нутой рассолением и осолонцеванием (см. выше). К тому же раз возник
шая солонцеватость существует устойчиво и значительно препятствует
подъему капиллярных растворов.

Подъем уровня высокоминерализованных грунтовых вод и одновремен
но с этим увеличение их плотности коренным образом меняют гидроди

намические условия их циркуляции, существовавшие ранее на стадии опресненных и маломинерализованных грунтовых вод. Боковой приток почвенно-грунтовых вод к очагу засоления с местным грунтовым потоком начинает ослабевать, испытывая компенсирующий напор со стороны пониженного уровня более плотных по удельному весу рассолов. Доказаны даже случаи и обратного тока рассола высокого удельного веса в сторону менее минерализованных и опресненных и тем самым менее плотных по удельному весу грунтовых вод, особенно если питание последних уменьшается.

Эти явления в условиях Арало-Каспийской низменности начинают заметно проявляться при концентрации грунтовых вод около 70—100 г/л и выше. Естественно, что, чем больше разница между уровнями местных бугров и понижений грунтовых вод, тем при более высокой концентрации может проявляться подпирающая роль рассолов и наоборот.

Влияние этого «галогидравлического эффекта» особенно будет велико при слабо выраженном местном гидрорельефе, когда небольшая разница в уровнях зеркала грунтовых вод не только компенсируется, но может превышаться влиянием разницы в удельном весе растворов. Такие условия складываются на так называемых «перелогах», располагающихся среди орошаемых земель. До тех пор пока грунтовые воды под пустующими перелогами относительно мало минерализованы, перелоги за счет даже небольшой разницы в уровнях грунтовых вод принимают на себя значительную часть солей и грунтовых вод. Однако после того как концентрация солей в грунтовых водах перелогов достигнет высоких величин, порядка 70—100—150 г/л, местные токи почвенно-грунтовых вод не в состоянии реализоваться в сторону перелогов даже при наличии заметных уклонов к ним поверхности грунтовых вод (до 0,001).

Влияние повышенной плотности рассолов и уменьшение их испаряемости приводят к тому, что с известного момента (концентрация почвенно-грунтовых вод около 70—100 г/л) перелоги из фактора местного перераспределения и регулирования солевых масс в орошаемом недренированном оазисе превращаются в фактор, возвращающий соли в орошенную часть оазиса. Регулирующая и рассоляющая роль перелогов прекращается; орошенный оазис испытывает возрастающие трудности от подъема грунтовых вод и резкого нарастания процессов соленакопления на всем его пространстве.

Как показали работы А. Т. Морозова, при анализе режима грунтовых вод в областях интенсивного соленакопления необходимо вводить поправки на высокую концентрацию и высокую плотность минерализованных растворов и особенно рассолов. Внешнее топографическое изображение гидрорельефа без учета удельного веса растворов не может дать истинного представления о действительных направлениях движений высокоминерализованных и маломинерализованных грунтовых вод. Отклонения в горизонтах пресных вод и рассолов могут составлять величину до 0,6—0,8 м по сравнению с пресной водой. Расшифровка гидрорельефа рассолов будет правильной лишь при учете их плотности.

СОВРЕМЕННАЯ СТАДИЙНОСТЬ ПРОЦЕССОВ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Установлено, что процессы соленакопления протекают стадийно. С увеличением количества солей в почвах или концентрации солей в растворе качественный состав их закономерно меняется. Конкретные стадии и типы

соленакопления существуют в пределах определенных концентраций соле
и в определенных пространственных границах (Ковда, 1937, 1946—194
Иванова, 1939). В свое время Приклонским (1932) было обнаружено дл
Кура-Араксинской низменности три типа химизма грунтовых вод: кар
бонатный, сульфатный, хлоридный. В дальнейшем Волобуевым (1948) ра
личались в Азербайджане следующие типы соленакопления: содовое, хло
ридно-натриевое, сульфатно-натриевое, смешанное хлоридно-сульфатно
натриевое, хлоридно-кальциево-магниевое, сульфатно-кальциевое, карбо
натно-кальциевое.

Исследования Кура-Араксинской экспедиции позволяют различать ря
стадий соленакопления для грунтовых вод и для почвогрунтов.

Как и в прошлых наших исследованиях, в пределах Кура-Араксин
ской низменности удалось установить закономерное соответствие между
степенью засоления и качественным составом солей. Процессы концентри
рования растворов, увеличения суммы солей в грунтах и почвах в Кура
Араксинской низменности, так же как и в других областях соленакопле
ния, сопровождаются определенными качественными различиями в соот
ношениях солей между собою, вплоть до полного исчезновения одних и
преобладающего содержания других. Количественно-качественные града
ции стадий соленакопления в пределах Кура-Араксинской низменности
установлены на основании обработки и обобщения обширного аналити
ческого материала. Определенные типы химизма грунтовых вод и засолен
ных почв связаны со строго определенными физико-географическими усло
виями Кура-Араксинской низменности и ее отдельных частей.

Рассмотрим стадии соленакопления в грунтовых водах Кура-Араксин
ской низменности.

Как показывают данные табл. 9, пределы концентрации солей в грун
товых водах и солончаковых рассолах Кура-Араксинской низменности
колеблются от 0,3—0,5 до 50—200—360 г/л.

Таблица 9

Стадии соленакопления в грунтовых водах Кура-Араксинской низменности

Концентрация, г/л	Название вод	Условный индекс
Менее 0,5	Гидрокарбонатно-кальциевые	HCO_3/Ca
0,5—5	Гидрокарбонатно-натриевые	HCO_3/Na
0,5—5	Сульфатно-хлоридно-щелочные	$SO_4—Cl—HCO_3$
5—10	Хлоридно-сульфатно-магниево-кальциевые . .	$Cl—SO_4/Mg—Ca$
10—16	Хлоридно-сульфатно-натриевые	$Cl—SO_4/Na$
16—25—50	Сульфатно-хлоридно-натриевые	$SO_4—Cl/Na$
25—50—80	Хлоридно-натриевые	Cl/Na
50—200—360	Хлоридно-кальциево-магниево-натриевые . . .	$Cl/Ca—Mg—Na$

Для каждого из восьми типов химизма солей в грунтовых водах Кура-Араксинской низменности характерны определенные пределы концентрации.

Важно отметить практически полное отсутствие на изученных нами территориях чисто сульфатных вод. В пределах низких концентраций (0,5—5 г/л) существуют щелочные (содовые) воды, чистые или с примесью хлоридов и сульфатов. Щелочные (содовые) воды занимают в пределах Кура-Араксинской низменности обширные пространства на контакте с предгорья

ми в зонах выклинивания грунтового потока в сухих дельтах, и вызывают здесь широкое развитие содовых (щелочных) лугово-солончаковых и солончаковых почв или своеобразных солонцеватых луговых, бесструктурных, глыбистых почв, предшествующих по своему происхождению и тенденциям развития хлоридно-сульфатным солончакам.

Эта, так сказать, «досолончаковая солонцеватость» широко распространена в областях современного соленакопления — в поймах и дельтах Волги, Дона, Днепра, в Барабинской низменности в Кулунде и, как установлено исследованиями нашей экспедиции, в Азербайджане и Средней Азии.

В районах орошаемого земледелия развиваются иногда сходные процессы осолонцовывания поливных почв под влиянием почвенных растворов и грунтовых вод, имеющих концентрации порядка 3—5 г/л. В этих случаях ранее несолонцовые луговые (чальные) почвы в результате длительного орошения превращаются иногда в солонцовые орошаемые почвы. Солонцеватость здесь, в условиях орошения, возникает как самая ранняя стадия и своеобразная форма вторичного засоления.

Таблица 10

Стадии соленакопления в грунтах и почвах
(Толща 200 см)

Содержание солей		Условный индекс
кг (на призму 2×1 м²)	%	
Менее 1,5	Менее 0,1	HCO_3/Ca
1,5—4	0,1—0,3	HCO_3/Na
4—15	0,3—1,0	$SO_4—Cl—HCO_3$
8—25	0,6—2,0	SO_4 (очень редко)
15—35	1,0—3,0	$Cl—SO_4$
15—50	1,0—4,0	$SO_4—Cl/Na$
15—50	1,0—4,0	$SO_4—Cl/Ca—Na$
15—50	1,0—4,0	Cl/Na
25—50	2—4	$Cl/Mg—Na$
больше 50	выше 4	$Cl/Ca—Na$

Хлоридные грунтовые воды образуются и существуют при очень высоких концентрациях солей (больше 25—50 г/л). В группе хлоридных вод различаются хлоридно-кальциевые и хлоридно-магниевые воды, существование которых возможно лишь при концентрациях выше 50 г/л, главным образом при концентрациях 200—300 г/л. В интервалах концентраций от 0,5 до 5 в Кура-Араксинской низменности развиваются явления осолонцовывания, ведущие часто к образованию бесструктурных плотных солонцовых горизонтов, столь широко известных в Ширванской, Мильской и Мугано-Сальянской степях. Это и есть результат проявления в Кура-Араксинской низменности упомянутой уже выше досолончаковой солонцеватости.

Хлоридно-натриевое засоление характерно для почв, степень засоления которых выше 1%, т. е. когда содержание солей в почве превышает 15 кг/м³.

Местные условия могут вызвать отклонения от этих осредненных величин. В пределах Кура-Араксинской низменности, как упомянуто выше, широко распространены процессы континентального соленакопления в результате упаривания наземных и грунтовых вод, а также процессы

приморского соленакопления путем концентрирования морских вод. всех этих случаях будут образовываться воды высоких концентраций почвы высоких степеней засоления, но характеризующиеся повышенн количеством сернокислых солей натрия и магния. Соответственно высоких степенях засоления почв, более 1% (более 15 кг/м³ в толще филя), обособляются почвы хлоридно-сульфатного и сульфатно-хлорид засоления с разным соотношением натрия и кальция.

Хлоридно-магниево-кальциевое засоление свойственно почвам при пенях засоления, превышающих 2%, при содержании солей более 25 кг Естественно, эти почвы будут возникать под воздействием грунтовых хлоридно-натриевого типа. Напомним, что эти воды, особенно в слу участия в них кальция и магния, обязаны притоку глубинных рассо

При сопоставлении типов химизма грунтовых вод и типов химизма можно установить, что полного соответствия между ними нет. Для по грунтов, в частности, характерно отсутствие признаков накопления сер кислого магния, очевидно уходящего в грунтовые воды. В грунтовых во не встречен хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый тип засоле широко распространенный в почвах, что обусловлено, видимо, обмен ми реакциями и высаживанием гипса.

В табл. 9 и 10, иллюстрирующих стадии соленакопления в грунто водах и почвах Азербайджана, сведен материал по Мильской, Муганско Сальянской степям. Следует добавить, однако, что полностью все ука ные в таблицах типы засоления встречаются лишь в пределах Мильс степи (табл. 11).

Таблица

Распространение разных типов засоления почв и грунтовых вод в районах Кура-Араксинской низменности (в %)

Тип засоления	Грунтовые воды				Почвы			
	Миль	Мугань	Сальяны	Среднее	Миль	Мугань	Сальяны	Сре
HCO_3/Ca	4	—	—	2	1	—	—	0,
HCO_3/Na	6	—	—	3	4	—	—	1,
$SO_4 — Cl — HCO_3$	19	4	1,3	10	40	12	4	20
SO_4	1,5	3	—	1	3	—	2	1,
$Cl — SO_4/Mg — Ca$	10	—	0,3	5	—	—	—	—
$Cl — SO_4/Na$	14	5	0,3	8	22	15	13	17
$SO_4 — Cl/Na$	25	15	25	22	15	27	43	27
$SO_4 — Cl/Ca — Na$	—	—	—	—	5	25	28	19
Cl/Na	18	42	51	33	6	12	5	7,
$Cl/Ca — Mg — Na$	2,5	31	22	16	4	9	5	6

В Муганской степи распространены преимущественно грунтовые во высоких степеней засоления — три последних типа, SO_4—Cl/Na, Cl/Na Cl/Ca—Mg—Na, с минерализацией более 10 г/л. Лишь вдоль Аракса и орошаемых территориях северной Мугани встречаются гидрокарбонатн сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные слабоминерализованные (0,5- 5 г/л) воды.

Для грунтовых вод Сальянской степи характерна еще бо́льшая хл ридность и повышенная минерализованность. Здесь, исключая приморску

зону, распространены главным образом сульфатно-хлоридные и хлоридные воды с минерализацией более 25 г/л. Однако наиболее хлоридные воды представлены в Средней Мугани.

Почвы Муганской и Сальянской степей отличаются от почв Мильской степи, характеризующихся преимущественно хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатным и хлоридно-сульфатным типами засоления, преобладанием сульфатно-хлоридного типа. Особенно высокая хлоридность свойственна почвам Мугани.

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ ПРОЦЕССОВ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В пределах Кура-Араксинской низменности можно различать области выноса солей и рассоления, области транзита солей (и постепенного возрастания минерализации вод) и области накопления солей.

О б л а с т и в ы н о с а с о л е й. Области выноса солей в пределах Кура-Араксинской низменности охватывают обширные территории предгорий и низких гор, окружающих низменность: Карабахский хребет, Боз-Даг, Карамарьянское плато, бассейны ширванских рек (Ах-Су, Геокчая и др.), Мильскую предгорную равнину. Грунты и почвы этой области в течение всего четвертичного и части третичного времени непрерывно отдают легкорастворимые соли в результате выветривания и химической денудации в виде растворов солей в природных водах, потоки которых направлены в низменность. Вместе с тем грунты и почвы этой области характеризуются всегда более или менее значительной остаточной засоленностью, обязанной прошлым геологическим эпохам.

В пределах области различаются районы древнего выноса солей и рассоления — Карабахский хребет, Боз-Даг, Карамарьянское плато, хребты Ленгебизский, Харами, и районы начального современного рассоления— Мильская предгорная равнина (выше оросительной системы), южная Мугань (выше канала им. Азисбекова), наиболее высокие части конусов выноса реки Аракса и ширванских рек (Ах-Су, Геокчая и др.).

О б л а с т и т р а н з и т а с о л е й и п о с т е п е н н о г о в о з р а с т а н и я м и н е р а л и з а ц и и г р у н т о в ы х в о д. Области транзита легкорастворимых солей охватывают обширные и весьма разнообразные районы Кура-Араксинской низменности: подгорные равнины Ширвани, средние части конусов выносов бессточных рек низменности, районы древних дельт Аракса, прирусловые зоны Куры и западные части центральной, северной и южной Мугани. Области транзита солей вместе с тем характеризуются постепенным общим возрастанием концентрации солей в грунтовых водах и почвах от слабых до высоких. Это объясняется тем, что, в процессе транзитного движения наземных и подземных растворов солей, воды расходуются на транспирацию и испарение, что, в свою очередь, приводит к общему возрастанию концентрации солей в водном потоке и вмещающем его водоносном горизонте.

Различаются в пределах области транзита солей:

Р а й о н ы т р а н з и т а с л а б о м и н е р а л и з о в а н н ы х р а с т в о р о в: верхние части конусов выносов рек Геокчай, Ах-Су, Тертер, Гердыманчай; по химизму эти районы либо карбонатно-кальциево-натриевые, либо сульфатно-карбонатно-кальциево-натриевые.

Р а й о н ы т р а н з и т а в о д п о в ы ш е н н о й м и н е р а л и з а ц и и: верхняя часть Мильской наклонной равнины, древние дельты Аракса, средние части ширванских конусов; по химизму эти районы

характеризуются транзитом преимущественно сульфатов натрия, а так карбонатов натрия.

Районы транзита концентрированных ра творов: западные части северной, центральной и южной Мугани. Отч ливо выражен транзит вдоль русла Куры. Формирующийся здесь поч растворов характеризуется постепенным нарастанием концентрации солей последовательной сменой стадий соленакопления по качественному соста и концентрации — от щелочных к сульфатным и хлоридным водам. На ко центрацию и химизм грунтовых вод здесь оказывает огромное влияни поток вод Аракса, бессточных рек и глубинных вод. К этому типу райо относятся южные части Ширванской подгорной равнины и междуре Кура-Карасу.

Области накопления солей в Кура-Аракси ской низменности. Эти области занимают обширные простра ства и разнообразны по проявлению соленакопления. Концентрация сол в грунтовых водах здесь достигает наибольших значений (100—120 г/л выше), концентрация почвенных растворов возрастает до 200—300 г/л. составе солей преобладают хлориды натрия и во многих случаях в заметн количествах хлориды магния и кальция. Почвы содержат в верхнем сл до 5% солей, в отдельных случаях до 10—12 и даже 20—40%, а в кор до 60%. При максимальном соленакоплении содержание солей в метров толще почвогрунта достигает 60—80 кг в призме сечением 1 м² и высот в 2 м.

Из области аккумуляции легкорастворимых солей последние в пов шенной концентрации мигрируют в Каспийское море, принимая уч стие в засолении донных и береговых отложений восточного побереж Каспия.

ПОЧВЕННЫЕ РАСТВОРЫ

Почвенные растворы засоленных почв Арало-Каспийской низменнос отличаются крайне высокими концентрациями. В солончаковых почвах солончаках концентрация солей почвенных растворов в верхних горизон тах достигает 150—200—300—400 г/л, превышая в несколько раз концен рацию солей в грунтовых водах этих же почв (20—40—70—90 г/л).

В почвенных растворах засоленных земель Азербайджана, в отлич от засоленных земель Узбекистана, относительно мала роль сернокисл солей. Сернокислый натрий в составе солей почвенных растворов иног почти полностью отсутствует. Почвенные растворы засоленных земел Голодной степи, в особенности Ферганской долины, отличаются, наоборо относительно высоким содержанием сернокислых солей, особенно в срав нении с составом солей соответствующих этим почвам грунтовых вод Грунтовые воды засоленных земель Средней Азии аккумулирую относительно бо́льшую долю хлористых солей, чем почвенные растворы которые всегда являются сульфатными и хлоридно-сульфатными. В засо ленных землях Азербайджана, наоборот, по мере превращения грунтовы вод в почвенные растворы, количество хлоридов прогрессивно нарастает в составе солей почвенных растворов. Поэтому отношение хлоридов к суль фатам в почвенных растворах верхних горизонтов почв составляет 40—50 в нижних горизонтах 10—14 и в грунтовых водах 6—10. В почвенных рас творах Сальянской степи, независимо от общей концентрации раствор (26—256 г/л), относительное содержание хлор-иона остается в очень высо ких пределах — от 48,8 до 45% суммы миллиэквивалентов.

Таким образом, к выделенным ранее типам щелочных (содовых) почв венных растворов, характерных для Западной Сибири, сульфатных почвен

ных растворов, характерных для Ферганы, и хлоридно-сульфатных почвенных растворов, характерных для Голодной степи, необходимо добавить тип почти чисто хлоридных (малосульфатных) почвенных растворов, характерных для засоленных почв Азербайджана (табл. 12).

Таблица 12

Сравнительная характеристика минерализации и состава солей в почвенных растворах солончаков различных областей соленакопления

Области соленакопления	Ферганская долина	Голодная степь	Барабинская низменность	Кура-Араксинская низменность	
				Сальянская степь	приморская зона
Максимальная концентрация Cl', м-экв/л	900	4671	4	4303	2383
Cl' в % от суммы солей в м-экв.	12—2 при плотном остатке от 251 до 37 г/л	36—1,5 при плотном остатке от 419 до 37 г/л	6,54—0,09 при плотном остатке от 101 до 0,93 г/л	49—41 при плотном остатке от 250 до 8 г/л	42—23 при плотном остатке от 150 до 4 г/л
Минерализация раствора при начале преобладания Cl' над SO_4'', г/л	более 250	45—50	более 100	8	4
Минерализация раствора при начале насыщения сульфатами, г/л	более 250	270	более 100	107	более 160
Концентрация SO_4'' при насыщении сульфатами, м-экв/л	более 2680	2000	более 1262	144	более 360
Минерализация при начале преобладания $Mg^{\cdot\cdot}$ над $Ca^{\cdot\cdot}$, г/л	3—5	5—8	0,93	29	4
Минерализация раствора при начале насыщения солями $Ca^{\cdot\cdot}$, г/л	3—5	до 5	6	114	24
Концентрация $Ca^{\cdot\cdot}$ при начале насыщения солями $Ca^{\cdot\cdot}$, м-экв/л	27—30	30—40	9	134	52
Тип засоления	$Cl < SO_4$ $Na < Mg > Ca$	$Cl \geqslant SO_4$ $Na \geqslant Mg > Ca$	$SO_4 > HCO_3 > Cl$ $Na > Mg > Ca$	$Cl > SO_4$ $Na > Mg \geqslant Ca$	$Cl > SO_4$ $Na \geqslant Mg > Ca$

Касаясь вопроса химизма почвенных растворов Азербайджана, следует указать, что растворы приморских солончаков характеризуются довольно высоким содержанием Mg (8,3 г/л) и SO_4 (18 г/л), тогда как в растворах солончаков более континентальных районов легкорастворимые сульфаты натрия и магния (Na_2SO_4, $MgSO_4$) не обнаруживаются вообще или выражаются очень незначительными величинами.

В растворах муганских солончаков обнаружено присутствие такой специфической соли, как $CaCl_2$.

В растворах солончаков Сальянской и Муганской степей отмечена

интересная особенность в поведении Mg: концентрация Mg с ростом общей минерализации раствора увеличивается очень слабо или даже совсем не увеличивается.

Концентрация и состав почвенных растворов, как известно, подвержены сезонной динамике. В условиях Средней Азии в зимнее время происходит не только весьма сильное разбавление почвенных растворов и соответственно уменьшение их концентрации, но и сброс почвенных растворов под влиянием наслоения сезонных атмосферных вод в грунтовые воды с соответствующим перемещением легкорастворимых солей из верхних слоев почвы вниз. Явления динамики почвенных растворов при этом охватывают в условиях Средней Азии толщу до 1,5—2 м глубины, включая и верхний слой грунтовых вод.

Почвенные растворы засоленных земель Азербайджана также подвержены сезонной динамике, однако пределы сезонных колебаний здесь выражены несравненно слабее. Если в солончаках Средней Азии концентрация почвенных растворов, в особенности хлоридов, от весны к осени колеблется в десятикратных пределах, то концентрация почвенных растворов в засоленных землях Азербайджана за это время увеличивается лишь на 200—300%. При этом глубина, на которую распространяются по почвенному профилю сезонные изменения в концентрации и в составе почвенных растворов, не превышает, как правило, 50—100 см (меньше в глинистых почвах и больше в супесчаных).

Высокоминерализованные грунтовые воды засоленных земель Азербайджана, имеющие концентрацию солей порядка 50—100 г/л, практически мало подвержены сезонному испарению и поэтому дают относительно пониженную сезонную прибавку солей в почве. Динамика почвенных растворов при концентрированных водах определяется лишь непосредственным влиянием атмосферных осадков на верхние слои почвы. Атмосферные осадки во влажные периоды года (осень, зима, весна) несколько разбавляют почвенный раствор и своей тяжестью несколько отжимают его в более глубокие горизонты. В теплое время года происходит испарение разбавленного почвенного раствора и возвращение солей в верхние горизонты почвы, с новым нарастанием общей концентрации раствора.

В большинстве районов засоленных земель в Средней Азии грунтовые воды имеют концентрацию солей несравненно меньшую, порядка 10—20—30 и очень редко 40—50 г/л. Поэтому в условиях Средней Азии в сезонной динамике солей и влаги засоленных почв грунтовые воды принимают непосредственное участие, испаряясь и отдавая периодически свои соли почве. Это и приводит к более выраженной водносолевой динамике этих почв. Лишь немногие массивы злостных солончаков, развитых на рассолах (центральная Фергана, отдельные участки долины Вахш и др.), ведут себя аналогично засоленным землям Азербайджана. В жаркое время года почвенные растворы Азербайджана в солончаковых почвах и солончаках достигают концентрации 150—200—300 г/л. Однако, вследствие ослабленного испарения концентрированных грунтовых вод в этих условиях, сравнительно небольшое опускание их уровня вызывает отрыв верхней части профиля почвы от капиллярной каймы.

К этому надо добавить, что сезонная динамика солей в самих высокоминерализованных грунтовых водах Азербайджана по этим же причинам также выражена крайне слабо. Концентрации и состав рассолов в засоленных землях Азербайджана от зимы к осени колеблются в пределах не более 10—20%. Концентрация же солей в грунтовых водах засоленных земель Средней Азии колеблется, благодаря их большой опресненности и подверженности сезонному испарению, в пределах до 300—500%.

Ныне установлено, что грунтовые воды типа рассолов имеют сниженную величину критической глубины, порядка 1,2—1,5—1,8 м. При опускании уровня таких рассолов даже на 20—30 см ниже критической глубины, несмотря на высокие концентрации солей в грунтовых водах, в целинных неполивных почвах начинаются процессы рассоления верхних горизонтов. Концентрация почвенного раствора верхних 10—20 см в этих условиях опускается до 8—10 г/л, и это устойчиво сохраняется, несмотря на концентрацию солей в грунтовых водах 50—70—100 г/л. В зимний период концентрация раствора в этих верхних слоях (0—13, 0—20 см) снижается до 4—8 г/л; при этом изменяется и состав раствора: раствор из хлоридного $\left(\frac{Cl}{SO_4} > 2\right)$ становится хлоридно-сульфатным $\left(\frac{Cl}{SO_4} = 0{,}2—1\right)$.

Однако достаточно относительно небольшого подъема уровня этих рассолов, как высокоминерализованные капиллярные растворы, питаемые снизу, достигают корнеобитаемой зоны и дневной поверхности, вызывая «внезапное» засоление этих почв. Подобного рода явления часто наблюдаются в орошаемых районах Азербайджана при попытках бездренажного освоения солончаковых почв этого типа.

На солончаках с близкими грунтовыми водами заметны существенные изменения в составе растворов по сезонам года. Так, за зиму, когда нет испарения, «тяжелые» (плотные) растворы из верхних слоев проникают вниз и достигают грунтовых вод, выдавливая вверх, в капиллярную кайму, менее засоленные растворы.

В то же время на почвах с осолонцованным или структурным верхним слоем почти никаких сезонных изменений, кроме создания запасов пресной влаги вверху и затем расхода ее полностью эфемерами, не наблюдается.

Исследования мелиорированных почв Муганской опытной станции показали, что в них при помощи дренажа, промывок и последующего орошения концентрация почвенных растворов и концентрация солей в грунтовых водах снижена до 1—3 г/л. В составе солей при этом преобладают сульфаты и бикарбонаты кальция, а также имеется очень небольшое количество сульфатов и хлоридов натрия и магния. Очевидно, растения хлопчатника, люцерны, пшеницы, ячменя при таких концентрациях растворов получают оптимальные условия для своего развития, так как урожаи этих растений на Муганской опытной станции при данном составе почвенных растворов и грунтовых вод отличаются исключительной устойчивостью и очень высокими размерами (до 40—50 ц/га зерна или хлопкосырца).

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОЛЕЙ

Особенности солевого режима неорошаемых и орошаемых засоленных почв неоднократно рассматривались (Малыгин, Федоров, Ковда). Новые данные, полученные за последние годы по динамике солей в почвах Аралo-Каспийской низменности, соответствуют тем общим представлениям, которые сложились в прошлом.

Необходимо различать сезонную динамику солей орошаемых и неорошаемых почв. Сезонная динамика солей неорошаемых почв при глубоких грунтовых водах (глубже 6—15 м) отличается очень слабой выраженностью. Сезонные периодические изменения в сумме, составе и локализации солей по горизонтам почвенного профиля при глубоком залегании грунтовых вод в неорошаемых почвах выражены слабо (табл. 13, рис. 2).

При орошении почвы этого типа начинают рассоляться, хотя и обнаруживают сезонную миграцию солей по профилю за счет передвижения и

Таблица 13

Динамика содержания солей на неорошаемых участках с глубокими грунтовыми водами (минерализация грунтовых вод 30—35 г/л)

Глубина, см	8. VI				13.X				Коэффициент САС		
	плотный остаток, %	Cl′, %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²**	плотный остаток, %	Cl′, %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²**	по плотному остатку	по Cl′	по SO_4''
0—5	0,098	0,008	Нет	—	0,068	Нет	Нет	—	0,7	—	—
5—10	0,098	0,008	»	—	0,062	»	»	—	0,6	—	—
10—20	0,071	0,003	0,002	—	0,060	»	»	—	0,8	0,09	—
20—30	0,155	0,054	0,002	—	0,072	0,004	»	—	0,5	—	—
0—30	—	—	—	0,44	—	—	—	0,23	0,5	—	—
30—50	0,216	0,089	0,002	—	0,180	0,073	—	—	0,8	0,8	—
0—50	—	—	—	1,76	—	—	—	0,71	0,4	—	1
50—100	0,675	0,328	0,032	—	0,481	0,232	0,032	—	0,7	0,7	—
0—100	—	—	—	5,39	—	—	—	4,30	0,8	0,7	1
100—150	1,155	0,229	0,487	—	0,790	0,181	0,284	—	0,7	0,8	0,8
150—180	1,849	0,196	0,075	—	1,691	0,180	0,961	—	0,9	0,9	12,3
0—180	—	—	—	20,98	—	—	—	17,50	0,8	—	—

* САС — сезонная аккумуляция солей (Ковда, 1946).
** На призму сечением 1 м² (то же в табл. 14—18).

испарения поливной воды в форме капиллярно-подвешенной влаги. П ливные воды проникают на глубину до 2—4 м. Поэтому легкорастворим соли, до орошения содержавшиеся в почвенных горизонтах в заметны

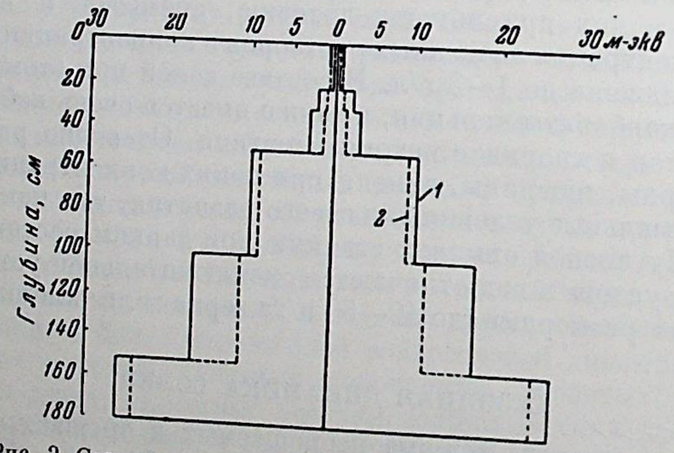


Рис. 2. Сезонные изменения содержания солей в неорошаемой почве с глубокими грунтовыми водами.
1 — весна; *2* — осень.

количествах, при орошении постепенно перемещаются на глубину 2—3 м. Естественно, что приближение уровня грунтовых вод к поверхности изменит этот тип солевого режима.

При близких грунтовых водах сезонная динамика солей в профиле почв приобретает уже четко выраженный характер. Однако здесь необходимо различать динамику солей гидроморфных почв при маломинерализованных грунтовых водах (минерализация до 10—12 г/л и ниже) и при рассолах (концентрация солей более 50 г/л).

Гидроморфные неорошаемые почвы на маломинерализованых грунтовых водах имеют, как выше отмечено, четко выраженную сезонную динамику солей. Во влажный период года в засоленных почвах с маломинерализованными грунтовыми водами сезонный сброс легкорастворимых солей прослеживается до глубины 100—150 см и больше, распространяясь и на грунтовые воды. В последних зимой иногда возрастает концентрация солей при повышении уровня. В летнее время происходит сезонная подвижка солей из грунтовых вод и нижней части профиля почв в верхние горизонты. Сумма солей в почвах, особенно в верхних горизонтах, возрастает к осени на 50—30% (табл. 14, рис. 3).

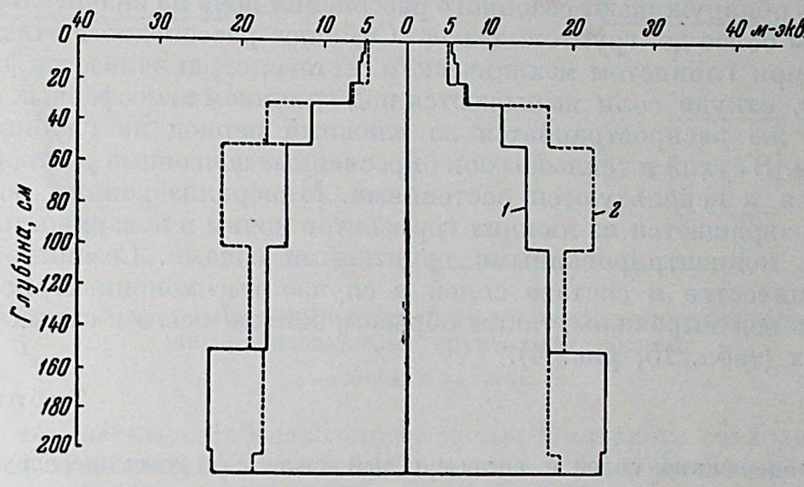


Рис. 3. Сезонные изменения содержания солей в лугово-солончаковой почве со слабоминерализованными грунтовыми водами.
1 — весна; *2* — осень.

Таблица 14

Динамика содержания солей в гидроморфной почве со слабоминерализованными грунтовыми водами (около 10 г/л)

Глубина, см	27.V				4.X				Коэффициент САС		
	плотный остаток, %	Cl′, %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	плотный остаток, %	Cl′, %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	по плотному остатку	по Cl′	по SO_4''
0—5	0,402	0,101	0,108	—	0,480	0,124	0,035	—	1,2	1,2	0,3
5—10	0,402	0,116	0,091	—	0,320	0,105	0,036	—	0,8	0,9	0,4
10—20	0,402	0,174	0,025	—	0,368	0,116	0,045	—	0,9	0,7	1,8
20—30	0,487	0,210	0,047	—	0,528	0,171	0,104	—	1,1	0,8	2,2
0—30	—	—	—	1,72	—	—	—	1,31	0,8	—	—
30—50	0,750	0,292	0,146	—	1,188	0,271	0,450	—	1,6	0,9	3,1
0—50	—	—	—	3,84	—	—	—	4,40	1,1	—	—
50—100	1,276	0,191	0,427	—	1,585	0,198	0,795	—	1,2	1,0	1,9
0—100	—	—	—	10,59	—	—	—	15,41	1,5	0,9	1,9
100—150	1,191	0,123	0,634	—	1,348	0,111	0,732	—	1,1	0,9	1,2
150—200	1,675	0,113	0,977	—	1,218	0,092	0,676	—	0,7	0,8	0,7
0—200	—	—	—	32,31	—	—	—	34,29	1,1	—	—
200—211	1,662	0,107	0,963	—	1,500	0,082	0,877	—	0,9	0,8	0,9

При высококонцентрированных грунтовых водах (рассолах) в гидроморфных сильно засоленных почвах сезонная динамика солей выражена еще более четко. Наиболее значительные изменения в количестве солей происходят в верхней метровой почвенной толще. Нижняя часть почвенного профиля, капиллярно насыщенная грунтовыми водами, имеет более устойчивые запасы солей, так как концентрированные грунтовые воды сравнительно слабо участвуют в процессах сезонного засоления и рассоления этих почв. Плотные, вязкие, высококонцентрированные растворы этого типа мало оттесняются вниз во влажное время года. Поэтому засоленные почвы с высокоминерализованными грунтовыми водами (50—100 г/л) не обнаруживают сезонного рассоления почв на значительную глубину и тем более до грунтовых вод. Сезонное рассоление в этих почвах, особенно при глинистом механическом составе, ограничивается глубиной 20—30 см, откуда соли вымываются под влиянием атмосферных осадков. Вмывание же распространяется во влажный период на глубину около 70—100 см. В сухой и теплый сезон опресненные почвенные растворы легко испаряются и используются растениями. Минерализованный почвенный раствор возвращается из нижних горизонтов почвы в поверхностные, подпитываясь концентрированными грунтовыми водами. Сезонные колебания в количестве и составе солей в случае высококонцентрированных грунтовых вод выражены, таким образом, больше всего в самых верхних горизонтах (табл. 15, рис. 4).

Таблица 15

Динамика содержания солей в гидроморфной почве с сильноминерализованными грунтовыми водами (более 70 г/л)

Глубина, см	11.VI				13.X				Коэффициент САС		
	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	по плотному остатку	по Cl'	по SO_4''
0—5	0,300	0,031	Нет	—	0,654	0,321	0,005	—	2,2	10,4	—
5—10	0,300	0,031	»	—	1,448	0,681	0,006	—	4,8	22,0	—
10—20	0,491	0,129	0,026	—	1,482	0,715	0,008	—	3,0	5,5	0,3
20—30	0,778	0,275	0,064	—	1,940	0,820	0,019	—	2,5	3,0	0,3
0—30	—	—	—	1,93	—	—	—	6,14	3,2	—	—
30—50	1,734	0,563	0,401	—	3,580	1,063	0,173	—	2,1	1,9	0,4
0—50	—	—	—	5,34	—	—	—	15,53	3,0	—	—
50—100	3,567	1,046	1,124	—	3,964	1,194	0,210	—	1,1	1,1	0,2
0—100	—	—	—	29,50	—	—	—	41,72	1,4	3,2	1,4
100—150	3,182	1,228	0,697	—	2,154	0,792	0,082	—	0,7	0,7	0,1
150—180	2,807	1,256	0,348	—	2,536	0,817	0,133	—	0,9	0,7	0,4
0—180	—	—	—	61,28	—	—	—	67,42	1,1	—	—

При орошении гидроморфных почв сезонная динамика солей зависит от наличия или отсутствия оттока грунтовых вод и от режимов орошения. При устойчивом оттоке грунтовых вод и при тщательных вегетационных поливах гидроморфные почвы не обнаруживают сколько-нибудь выраженного сезонного засоления. Количество и состав солей по профилю горизонтов орошаемых гидроморфных почв с обеспеченным оттоком грунтовых вод также остаются сравнительно стабильными. Во многих случаях обнаруживается ясно выраженное летнее рассоление орошаемых почв. Сумма солей в них на протяжении летнего оросительного периода, от весны к осени, уменьшается на 20—50%, что и обеспечивает получение на этих почвах высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных растений.

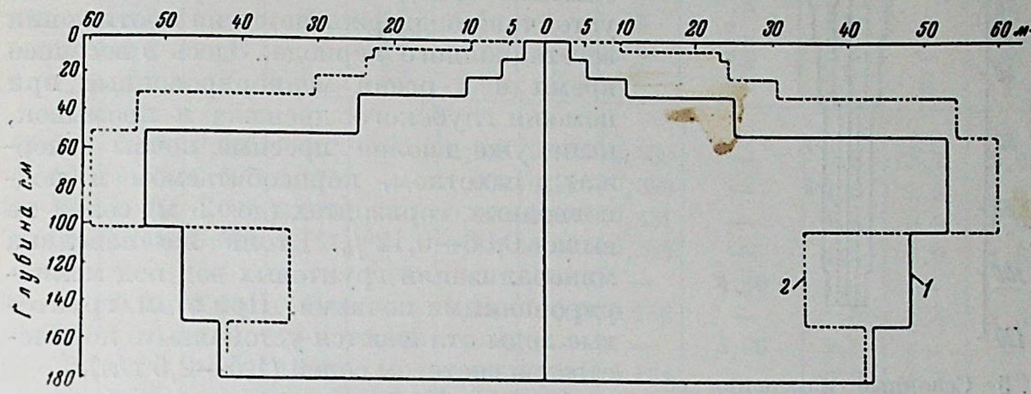


Рис. 4. Сезонные изменения содержания солей в солевом солончаке-солонце с сильноминерализованными грунтовыми водами.

1 — весна; *2* — осень.

Так, орошаемые слабозасоленные почвы Мильского совхоза № 6, обеспеченные слабым местным оттоком грунтовых вод, весной содержат в пахотном слое 0,7% и в корнеобитаемом слое 0,5% солей. К осени содержание солей в этих же горизонтах благодаря тщательному орошению и оттоку грунтовых вод уменьшается до 0,4 и 0,3%.

В незасоленных орошаемых почвах, обеспеченных слабым местным оттоком грунтовых вод, также происходит уменьшение количества солей к осени (табл. 16, рис. 5).

Таблица 16

Динамика содержания солей на орошаемых незасоленных почвах
(минерализация грунтовых вод 4 г/л)

Глубина, см	21.V				18.X				Коэффициент САС		
	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	по плотному остатку	по Cl'	по SO_4''
0—5	0,45	0,133	0,129	—	0,360	0,063	0,075	—	0,8	0,5	0,6
5—10	0,20	0,027	0,086	—	0,102	0,004	0,003	—	0,5	0,1	0,3
10—20	0,20	0,027	0,086	—	0,140	0,014	0,006	—	0,7	0,5	0,7
20—30	0,19	0,019	0,084	—	0,138	0,012	0,010	—	0,7	0,6	0,1
0—30	—	—	—	0,98	—	—	—	0,44	0,4	—	—
30—50	0,18	0,016	0,067	—	0,159	0,008	0,035	—	0,9	0,5	0,5
0—50	—	—	—	1,51	—	—	—	0,76	0,5	—	—
50—100	0,14	0,014	0,044	—	0,141	0,009	0,035	—	1,0	0,6	0,8
0—100	—	—	—	2,25	—	—	—	1,57	0,7	0,5	0,5
100—122	0,14	0,012	0,047	—	0,128	0,007	0,024	—	0,9	0,6	0,5

Почвы повышенных по микрорельефу участков характеризуются ув личением засоления к осени, главным образом в поверхностных горизон тах, что лишний раз подчеркивает необходимость проведения планир вочных работ и тщательных полив (табл. 17, рис. 6).

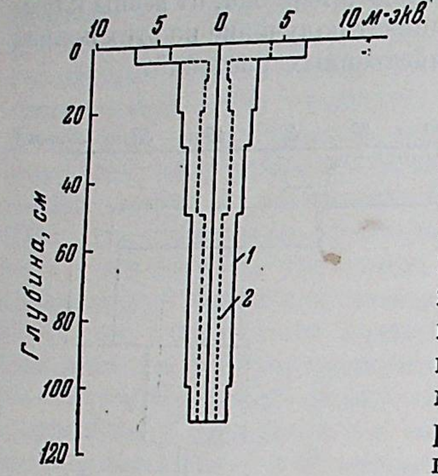


Рис. 5. Сезонные изменения содержания солей в орошаемой незасоленной гидроморфной почве.

1 — весна; *2* — осень.

В мелиорированных почвах Муганско опытной станции низкое содержание соле устойчиво поддерживается на протяжени вегетационного периода. Здесь в весенн время и к осени мелиорированные пр помощи глубокого дренажа и промывок ные уже вполне пресные почвы содер жат в пахотном, корнеобитаемом и под почвенных горизонтах (до 2 м) солей в выше 0,06—0,12%. Столь же невелик минерализация грунтовых вод под мелио рированными почвами. При этом грунто вые воды отличаются устойчивым количе ством и составом солей (1,5—2,5 г/л).

Таким образом, если в водном балан орошаемых гидроморфных почв преобла дают факторы испарения, то в течени летнего времени происходит сезонно засоление этих почв. Если же в орошаемых гидроморфных почва имеется выраженный отток почвенно-грунтовых вод и баланс последни

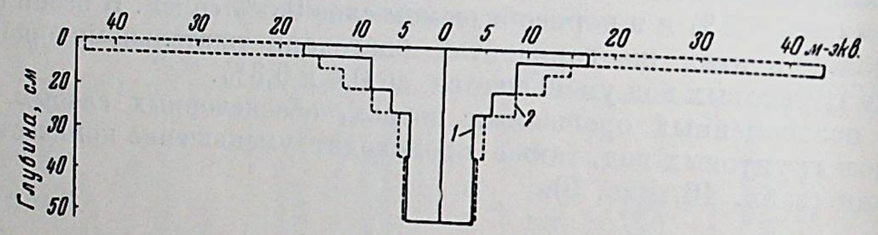


Рис. 6. Сезонные изменения содержания солей в солончаковой почве орошаемого поля с повышения микрорельефа.

1 — весна; *2* — осень.

регулируется оттоком и транспирацией, то в течение летнего времени сезонное засоление орошаемых почв либо совсем не обнаруживается, либо даже обнаруживается сезонное рассоление почв.

Своеобразная картина солевого режима создается на неорошаемых и недренированных землях, расположенных в контуре оросительных систем — «перелогах». Здесь водный баланс почв характеризуется господством бокового и вертикального притока почвенно-грунтовых вод и их последующего испарения через почву. В результате в течение лета происходит ясно выраженное сезонное засоление гидроморфных почв подобных «перелогов», которые как бы являются местными испарителями грунтовых вод и аккумуляторами циркулирующих в оросительной системе солей (табл. 18, рис. 7).

Однако регулирующая роль «перелогов» в водносолевом режиме орошенных оазисов сохраняется лишь до тех пор, пока концентрация солей в грунтовых водах «перелогов» постепенно не достигнет 50—70% г/л. По достижении грунтовыми водами «перелогов» концентрации рассолов происходит прекращение местных токов почвенно-грунтовых вод с орошенных земель на «перелоги». Рассолы почв «перелогов» меньше подвергаются сезонному испарению и не могут уже употребляться растительностью; сезонная динамика солей на «перелогах» начинает ослабляться. Накопленные в грунтовых водах, почвенных растворах и почвах «перелогов» соли начинают медленно растекаться обратно на орошенные земли. Создается необходимость искусственного опреснения грунтовых вод при помощи дренажа и промывок с целью создания оптимального водносолевого режима в орошаемых почвах.

Таблица 17

Динамика содержания солей на солончаке повышенного микрорельефа
(минерализация грунтовых вод около 6 г/л)

Глубина, см	31.V				19.X				Коэффициент САС		
	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	по плотному остатку	по Cl'	по SO_4''
0—5	1,29	0,292	0,412	—	2,850	0,939	0,830	—	2,2	3,2	2,0
5—10	0,68	0,097	0,275	—	1,060	0,223	0,399	—	1,6	2,3	2,0
10—20	0,68	0,097	0,275	—	0,920	0,087	0,431	—	1,4	0,9	1,6
20—30	0,51	0,078	0,157	—	0,636	0,077	0,284	—	1,2	1,0	1,8
0—30	—	—	—	2,93	—	—	—	4,10	1,4	—	—
30—50	0,35	0,036	0,112	—	0,359	0,050	0,146	—	1,0	1,4	1,3
0—50	—	—	—	3,96	—	—	—	5,06	1,3	—	—
50—70	0,38	0,020	0,148	—	0,335	0,035	0,138	—	0,9	1,7	0,9
0—100	0,38	—	—	5,74	—	—	—	7,23	1,3	1,9	1,3

Таблица 18

Динамика содержания солей на солончаках перелогов
(минерализация грунтовых вод около 8 г/л)

Глубина, см	30.V				20.X				Коэффициент САС		
	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	плотный остаток, %	Cl', %	SO_4'', %	запасы солей, кг/м²	по плотному остатку	по Cl'	по SO_4''
0—5	1,73	0,523	0,493	—	4,016	1,452	0,382	—	2,3	2,8	0,8
5—10	1,73	0,523	0,493	—	2,068	0,620	0,187	—	1,2	1,2	0,4
10—20	1,73	0,523	0,493	—	1,308	0,281	0,142	—	0,8	0,5	0,3
20—30	1,04	0,225	0,354	—	0,980	0,182	0,099	—	0,9	0,8	0,3
0—30	—	—	—	6,42	—	—	—	6,89	1,1	—	—
30—50	0,75	0,116	0,299	—	0,844	0,116	0,087	—	1,1	1,0	0,3
0—50	—	—	—	8,76	—	—	—	9,16	1,0	—	—
50—100	0,53	0,066	0,209	—	0,683	0,040	0,087	—	1,3	0,6	0,4
0—100	—	—	—	10,74	—	—	—	13,77	1,3	1,1	1,5

Из изложенного следует, что оптимальным водносолевым режимом орошаемых почв был бы режим, аналогичный режиму мелиорированных почв Муганской опытной станции или опресненных гидроморфных почв вблизи и вдоль крупных оросительных каналов (где обеспечен отток грунтово-грунтовых вод).

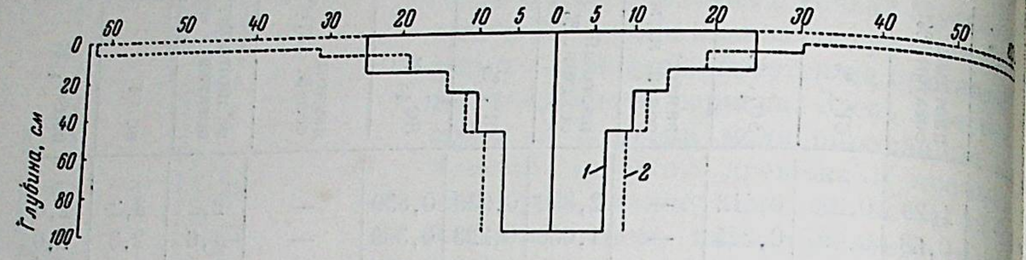


Рис. 7. Сезонные изменения содержания солей в солончаке перелога.
1 — весна; *2* — осень.

Почвы в таких условиях имеют близкие, но пресные грунтовые воды, обеспечивающие на протяжении вегетационного периода подземное водное питание растений и создающие в почвах условия лугово-дернового процесса. Лугово-дерновый процесс, особенно при пресных грунтовых водах, способствует наибольшему накоплению элементов почвенного плодородия и обеспечивает наиболее высокие урожаи сельскохозяйственных растений.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СОЛЕЙ НА НЕОРОШАЕМЫХ И ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Для характеристики многолетней динамики солей в пределах Кура-Араксинской низменности были проведены повторные исследования почв и грунтовых вод участка, расположенного в центральной Мугани. Этот участок, представленный плоскими впадинами (чалами) и слабо выраженными буграми, типичными для равнины, исследовался в 1927 и 1928 гг. экспедицией С. И. Тюремнова. Повторные исследования были проведены через 20 лет (в 1948 г.) почвоведами Н. Д. Беспаловым, Г. В. Захарьиной и В. С. Муратовой. Установлены следующие явления, характеризующие многолетнюю динамику солей на неорошаемых землях Кура-Араксинской низменности.

Грунтовые воды участка за 20 лет снизили свой уровень на 50—100 см в среднем с 2 м до 2 м 60 см. Минерализация грунтовых вод за этот же период в среднем снизилась с 56,5 до 43,9 г/л, т. е. на 13 г/л. Имевшиеся в прошлом участки грунтовых вод с минерализацией более 80 г/л за 20 лет исчезли полностью. Грунтовые воды снизили минерализацию с 60—80 до 40—60 г/л. В 18 скважинах отмечено понижение концентрации грунтовых вод на 20—22 г/л, а в семи — повышение на 7—8 г/л.

Таким образом, за 20 лет произошло существенное уменьшение общей концентрации солей в грунтовых водах участка при одновременном снижении их уровня в среднем на 60 см.

Противоположные процессы выявлены для почв участка. В 1927 г. среднее содержание солей в метровой толще почв участка составляло 0,9%, через 20 лет (в 1948 г.) среднее содержание солей удвоилось (1,95%). Особенно при этом возросло содержание хлоридов. Увеличение солей произошло во всех горизонтах почв; лишь на отдельных пятнах легко- и средне-

несуглинистых, а также песчанистых почв и в некоторых чалах произошло опреснение верхних 30 см почвы. При пересчете солей на абсолютные запасы картина увеличения степени засоленности почв массива делается еще более очевидной.

Содержание солей в метровой призме почв участка в 1927 г. составляло в среднем 12 кг, а в 1948 г. 26 кг, т. е. возросло более чем в два раза. Соответственно содержание солей в двухметровой призме увеличилось с 25,5 до 42 кг, т. е. больше чем в полтора раза.

Слабо- и среднезасоленные почвы участка, какими они были в 1927—1928 гг., за истекшие 20 лет перешли в солончаковые и солончаки.

Причины этих сложных и противоречивых процессов не вполне ясны. Можно высказать следующее предположение, основанное на предшествующем разборе теоретических положений о процессах соленакопления.

Снижение уровня грунтовых вод участка могло произойти путем их испарения и транспирации растительным покровом. Эти процессы должны были сопровождаться «снятием» наиболее высокоминерализованной «верховодки» в толщу почвогрунта. Это в свою очередь вызвало обнажение менее минерализованного, более глубокого, горизонта грунтовых вод и увеличение степени засоления почв и грунтов, лежащих над уровнем грунтовой воды.

Второй причиной некоторого опреснения грунтовых вод могли быть процессы конвективного перехода части солей из верхнего горизонта грунтовых вод в нижние, более глубокие. Это явление могло протекать совместно с первым. Наконец, могло иметь место горизонтальное выравнивание минерализации грунтовых вод за счет конвективного и диффузионного оттока солей от наиболее концентрированных грунтовых вод к менее концентрированным. Могло также происходить снижение концентраций солей в грунтовых водах в результате обменных реакций и осаждения сульфатов.

Таким образом, повторные исследования участка позволяют сделать малоутешительный вывод для неорошаемых центральных районов Кура-Араксинской низменности о значительном увеличении за минувшие 20 лет степени засоленности почвенного покрова и о продолжающихся процессах соленакопления в почвах этих районов.

В условиях орошаемого земледелия многолетняя динамика солей, естественно, приобретает коренное изменение. Так, весьма сложна и своеобразна динамика солей в почвах и грунтовых водах Мильской оросительной системы. До начала орошения грунтовые воды Мильской степи находились на глубине 10—20 м и их минерализация колебалась в пределах 2—6 г/л. Запасы солей в грунтах (на глубине 1,5—2,0 м) исчислялись в 20—30 кг/м³. С поверхности почвы были рассолены. Начало орошения в Мильской степи, как известно, сопровождалось интенсивным подъемом уровня грунтовых вод и развитием процессов засоления. К 1940 г. уровень грунтовых вод на Мильской оросительной системе установился на глубине 1—2 м. В почвенном покрове приобрели широкое распространение процессы соленакопления.

Однако Мильская оросительная система расположена в относительно благоприятных почвенно-мелиоративных условиях. Высота залегания Мильской степи (20—80 м над у. м.) и ясно выраженный уклон поверхности и грунтовых вод (до 0,004) способствуют тому, что на землях Мильской оросительной системы имеется, хотя и слабо выраженный, отток грунтовых вод в сторону низменности. Особенно отчетливо прослеживается этот отток в пределах древних конусов выноса, вложенных в делювиально-пролювиальную равнину. Благодаря этому на части поливных земель Мильской оросительной системы начались процессы перераспределения солей и их

вынос под опресняющим влиянием фильтрационных потоков вблизи кр
ных оросительных каналов, а в верхних частях поливных карт — в рез
тате опресняющего влияния самого орошения и постепенного медлен
передвижения солей к нижним частям поливных карт и к концевым ч
тям оросительной системы.

В итоге, к 1950 г. можно было констатировать отчетливое переме
ние массивов вторичных солончаков на Мильской оросительной сис
к нижним частям поливных карт и, в особенности, к периферическим ч
тям оазиса.

Произошли также существенные изменения в степени засоления гр
товых вод и почв. Если в 1929 г. минерализация грунтовых вод в преде
Мильской системы составляла 2—6 г/л, то через 20 лет, в 1950 г., она в
нялась до 10—15 г/л в среднем. При этом на отдельных участках Мильс
системы, затронутых рассолением и оттоком грунтовых вод, концентра
солей в последних снизилась до 2—3 г/л.

Почвенный покров за 20-летний период орошения пережил обрат
суммарные процессы: в 1929 г. степень засоления почвогрунтов ме
7 и 9 распределителями в среднем составляла около 2,5—3%, в 195
она равнялась 1,2%.

На ряде участков системы произошло увеличение суммы солей. Суще
венное уменьшение солевых запасов в почве на части оросительной
стемы произошло, очевидно, в результате переноса некоторого количес
солей в грунтовые воды (что вызвало увеличение их минерализац
а также за счет выноса легкорастворимых солей на нижние участки пол
ных карт, и в меньшей степени, за пределы системы. На отдельных мас
вах поливные почвы подверглись полному рассолению и перешли в ка
горию лугово-дерновых орошаемых незасоленных почв с высоким пло
родием.

Отмеченные процессы позволяют сделать относительно благоприят
прогноз для солевого режима Мильской оросительной системы на будущ
если коренным образом улучшить уровень водопользования, широ
ввести древесные насаждения по каналам и усилить сеть дренирующ
устройств.

Мильская оросительная система характеризуется слабым, но все
действующим местным оттоком грунтовых вод и солей. Орошение и фи
трационные воды на полях и вдоль каналов хотя и вызвали вторич
засоление почв, но вызвали также и местное передвижение почвенно-гру
товых вод и явления рассоления. Эти процессы в дальнейшем будут п
должаться. Медленный вынос легкорастворимых солей из пределов Мил
ской оросительной системы будет происходить и в будущем. Чтобы уск
рить вынос легкорастворимых солей и полностью прекратить процес
вторичного засоления орошаемых почв, необходимо в ближайшее же вре
осуществить полный комплекс предупредительных мероприятий, н
правленных на улучшение мелиоративной обстановки системы (планов
нормированное водопользование, обсадка каналов древесными насажд
ниями, травопольные севообороты, планировка, дренажно-коллекторна
сеть на участках солончаков, углубление существующего магистрально
коллектора).

ПРОЦЕССЫ ЕСТЕСТВЕННОГО РАССОЛЕНИЯ

Явления естественного рассоления на территории арало-каспийски
пустынь выражены сравнительно слабо. Основным условием для разви
тия процессов рассоления является отток почвенно-грунтовых вод и пре

кращение процессов их испарения. Все территории арало-каспийских пустынь, грунтовые воды которых опустились глубже 2,5—3,0 м, начинают испытывать процессы частичного рассоления. Те территории, которые характеризуются глубинами грунтовых вод порядка 10—20 м, обычно испытывают уже длительное и устойчивое рассоление.

Однако процессы рассоления протекают в пределах Азербайджана и Туркмении крайне медленно, что объясняется сухостью климата и глинистым механическим составом большинства почвообразующих пород, медленно отдающих находящиеся в них соли. Остаточно-засоленные почвы и породы прослеживаются в предгорных равнинах Азербайджана и Туркмении вплоть до высот порядка +200 м и при количестве атмосферных осадков 200—300 мм в год. Так, в Мильской и Ширванской степях, расположенных на высотах +20— +80 м, лишь верхние (20—50 см) почвы освобождены естественными процессами рассоления от солей. Ниже, на глубине 50—100—200 см, содержание остаточных солей составляет еще 2—3%. Правда, в составе солей хлориды занимают подчиненную роль, а преобладающая доля принадлежит сульфатам. Такырные почвы Туркмении, расположенные на отметках +20 — +80 м, хотя и рассоляются, но лишь в пределах 20—30 см верхних горизонтов.

Ранее было указано, что древние дельтово-аллювиальные и дельтово-морские террасы западного и восточного Прикаспия, а также Приаралья, несмотря на большие глубины грунтовых вод (5—10—15 м), зачастую имеют почти сплошной покров сухих пухлых солончаков, содержащих в верхнем слое почвы 2—5—10% легкорастворимых солей. Таковы юго-восточная Ширвань, Мессарианская равнина в Юго-Западной Туркмении, область древних дельт Аму-Дарьи.

Существование сухих солончаков в прикаспийских и приаральских пустынях — свидетельство слабости процессов естественного рассоления почв, имеющих глубокие грунтовые воды. Исключительно высокая сухость климата, ничтожное количество атмосферных осадков и большое потенциальное испарение (до 2000 мм), наличие глинистых пород, отличающихся низкой солеотдачей,— все это способствует задержке процессов естественного рассоления и сохранению на длительное время высокой остаточной засоленности почв, оторванных ныне от зеркала грунтовых вод (табл. 19).

Существование сухих солончаков в Арало-Каспийской низменности при весьма глубоком залегании уровня грунтовых вод, возможно, объясняется и другими обстоятельствами. Можно предположить, что длительное существование сухих солончаков, несмотря на большую глубину грунтовых вод, поддерживается явлениями перегонки, конденсации и повторного восходящего тока воды в виде пленочно-капиллярных растворов. В зимний период почвогрунты континентальных пустынь подвергаются охлаждению. Охлаждение сохраняется до весны и лета в относительно глубоких подпочвенных горизонтах. В теплое время года происходит подтягивание подвешенных пленочно-капиллярных растворов к поверхности и их полное испарение с накоплением солей в верхнем слое почвы в виде пухлого соленосного горизонта. В то же время, благодаря интенсивному нагреванию почвы с поверхности (до 50—70°), происходит внутрипочвенная перегонка части парообразной воды в глубокие горизонты почвы с явлениями термической и капиллярной конденсации.

Эта перегонка воды, питающая конденсатом нижние слои почвы, не мешает продолжающемуся восходящему пленочно-капиллярному току подвешенных вод снизу, к верхним горизонтам, где продолжается интенсивное испарение. Нисходящий ток паров осуществляется без увлечения

Таблица

Сухие пухлые солончаки Арало-Каспийской низменности (%)

Ширвань				Древний Хорезм			
глубина, см	плотный остаток	Cl'	SO_4''	глубина, см	плотный остаток	Cl'	SO_4''
0—1	1,05	0,49	0,08	0—5	13,66	7,00	1,1
1—6	2,98	1,52	0,20	5—12	7,54	3,57	1,1
6—17	3,18	1,37	0,52	15—25	4,68	2,43	0,3
17—27	2,66	1,24	0,34	25—35	5,17	2,72	0,3
27—37	4,12	1,26	1,34	40—60	6,17	2,80	0,3
37—50	4,25	1,30	1,36	70—80	3,05	1,04	0,4
50—65	4,43	1,50	1,33	95—105	2,14	0,70	0,3
65—85	3,93	1,44	1,05	115—125	1,45	0,53	0,3
85—95	3,85	1,49	0,96	140—150	0,49	0,20	0,2
95—125	3,66	1,37	0,94	215—225	1,33	0,20	0,3
125—150	4,50	1,67	1,15	310—330	0,81	0,36	0,2
150—175	4,63	1,64	1,31	340—360	2,43	0,44	0,2
175—200	3,24	1,17	0,88	380—400	2,88	0,89	0,3
200—250	2,84	1,22	0,56	400—440	2,33	0,71	0,2
250—300	3,23	1,28	0,74	460—490	1,14	0,47	0,1
300—325	3,86	1,40	1,05	550—570	1,38	0,57	0,2
325—375	3,26	1,22	0,77	600—620	1,96	0,78	0,1
375—425	2,56	0,93	0,74	690—720	1,57	0,64	0,2
425—525	1,96	0,79	0,36	760—800	1,27	0,54	0,2
525—625	3,09	1,34	0,61	810—840	1,30	0,53	0,2
625—675	3,16	1,25	0,74	875—915	1,15	0,38	0,2
675—750	3,19	1,26	0,72	945—980	0,77	0,23	0,2
750—800	3,75	1,53	0,83	980—1000	0,53	0,17	0,1

солей; восходящий же ток пленочно-капиллярной воды транспортир соли в летнее время к поверхности.

В итоге этот тип водносолевого режима и может поддерживать сол чаковость и сохранять пухлые соляные горизонты на поверхности в почв жарких, сухих континентальных пустынь Арало-Каспийской низменнос

Естественно, что орошение и обработка сухих солончаков легко раз шат этот сложившийся тип водносолевого режима и вызовут в первые годы господство нисходящих токов воды и интенсивное рассоление вер них горизонтов почвы.

Процессы рассоления гидроморфных почв без отрыва от грунтов вод представляют в прикаспийских пустынях исключительно редкое яв ние. Здесь мало распространены ландшафты, соответствующие зонам в клинивания грунтовых вод — так называемым «сазам» Ферганы и Южно Казахстана. Известно, что в сазовых условиях опресненные, близкие к п верхности грунтовые воды, благодаря ясно выраженному оттоку, подде живают или вызывают рассоленость почвенного покрова и образова лугово-дерновых плодородных почв, обеспеченных большими запаса влаги и питательных веществ.

Подобного рода зоны выклинивания с образованием сазовых лугово-дерновых незасоленных почв, характеризующихся оттоком солей, в Азербайджане известны для района сухих дельт Тертера, Геокчая и Ах-Су. В прикаспийских пустынях Туркмении зоны выклинивания с сазовыми опресненными лугово-дерновыми почвами пока еще нигде не найдены.

Вдоль русел Аму-Дарьи, Куры и Аракса, там, где прослеживается периодическая или постоянная фильтрация пресных речных вод в сторону суши и где развит местный отток грунтовых вод, образуются и устойчиво существуют пресные или малозасоленные близкие к поверхности почвенно-грунтовые воды. Обычно здесь же, в зоне шириной до 300—400 м по обе стороны от реки, формируется область грунтов легкого механического состава. Соответственно и благодаря этому вдоль современных и древних магистральных русел или дельтовых протоков Аму-Дарьи, Куры и Аракса развивался отток солей и процессы рассоления грунтов и почв на некоторую глубину. Поэтому обычно в прирусловых зонах развиты мало- и среднезасоленные лугово-дерновые почвы. В прикаспийских пустынях Туркмении из-за отсутствия действующих русел и дельт рек эти явления не выражены; но в низовьях Аму-Дарьи эти условия широко представлены в виде «каирных земель»[1].

Прирусловые зоны, вследствие этого, отличаются наиболее плодородными почвами, мало подверженными вторичному засолению, и поэтому длительное время с успехом используются для земледелия, позволяя получать высокие устойчивые урожаи полевых и плодовых культур. Лишь с отмиранием дельтовых рукавов и русел былая опресненная прирусловая зона делается достоянием солей, поступающих от грунтовых вод. Таковы Кизыл-Мечетский и Боятский массивы, являющиеся древними дельтовыми областями Куры, ныне засоленными после отхода главных русел Куры к новым устьям. То же произошло с отмершими древнедельтовыми массивами Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

В условиях орошаемого хозяйства зоны опреснения грунтовых вод и слабозасоленных лугово-дерновых почв образуются вдоль крупных ирригационных каналов. Ширина этих зон будет зависеть от размеров канала, фильтрационных свойств грунтов и длительности существования канала. В некоторых случаях ширина таких опресненных зон, представляющих ценный фонд для орошаемого земледелия, составляет до 200—300 м по обе стороны крупных каналов.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЧАКОВЫХ ПОЧВ

Оптимальные пределы рассоления

Оптимальное содержание легкорастворимых солей в почвах зависит от химизма солей и от вида сельскохозяйственных растений. В табл. 20 приведены данные для Арало-Каспийской низменности, из которых видно, что при содержании солей в полуметровом слое 0,1—0,3% обеспечиваются условия для роскошного развития хлопчатника и получения урожая 45—50 ц/га. Чем больше в составе солей доля сульфатов, тем больше величина оптимального солесодержания. Например, в Фергане эта величина поднимается до 0,5—0,6%, в провинциях хлоридного засоления (прикаспийские пустыни и полупустыни) опускается до 0,1%. Исследование

[1] Каирными землями в Средней Азии называют незасоленные аллювиально-луговые почвы с маломинерализованными почвенно-грунтовыми водами, за счет которых возможно выращивание сельскохозяйственных культур без орошения.

Таблица

Подразделение засоленных почв орошаемой зоны СССР по степеням засоле
(в % на толщу 0—50 см)

	Мугано-Сальянская степь, Каспийская низменность	Вахш, Голодная-степь, Мургаб	Хорезм, Кашка-Дарья	Бухара, [illegible]
Незасоленные почвы. Развитие хлопчатника роскошное.				
Плотный остаток	<0,1	<0,2	<0,3	
Cl'	<0,005	<0,005	<0,005	<0,5
SO_4''	<0,03	<0,05	<0,15	<0,0
				<0,0
Слабозасоленные почвы. Развитие хлопчатника удовлетворительное. Нужны тщательные поливы и уменьшение испарения с поверхности почвы.				
Плотный остаток	0,1—0,3	0,3—0,5	0,5—0,8	0,8—
Cl'	0,005—0,01	0,005—0,03	0,005—0,03	0,005—
SO_4''	0,03—0,08	0,1—0,2	0,2—0,4	0,3—
Среднезасоленные почвы. Хлопчатник изрежен, угнетен. Нужны дополнительные вегетационные поливы и усиленный агрокомплекс.				
Плотный остаток	0,3—0,5	0,5—0,8	0,8—1,0	1,2—
Cl'	0,01—0,05	0,03—0,05	0,03—0,06	0,01—
SO_4''	0,1—0,3	0,2—0,5	0,4—0,6	0,6—
Сильнозасоленные почвы. Хлопчатник единичный, карликовый, с 1—3 коробочками. Нужны профилактический зимний полив и дополнительные вегетационные поливы, редкие коллекторы.				
Плотный остаток	0,5—0,8	0,8—1,0	1,0—1,5	1,5—
Cl'	0,05—0,10	0,0—0,15	0,05—0,10	0,02—
SO_4''	0,3—0,5	0,5—0,7	0,7—0,9	0,9—
Солончаки. Хлопчатник не развивается. Нужны промывки и дополнительные вегетационные поливы, глубокие коллекторы, дренаж.				
Плотный остаток	>1,0	>1,2	>1,5	>2,0
Cl'	>0,1	>0,1	>0,1	>0,0
SO_4''	>0,5	>0,8	>1,0	>1,5

мелиорированных почв Муганской опытной станции показало, что высок
устойчивый урожай хлопчатника (30—40 ц/га) из года в год получает
при концентрации почвенных растворов в профиле почвы 0,5—1,0 г
По данным водных вытяжек, это составит 0,15—0,2% солей в почва
причем преобладают бикарбонаты щелочных земель.

Специальное обследование орошаемых участков героев социалистическ
го труда Азербайджана показало, что рекордный урожай хлопчатни

(60—70 ц/га) выращивается на почвах, содержащих в двухметровом слое солей не более 0,1—0,5% в течение вегетационного периода. На Муганской опытной станции и на участках высокого урожая героев социалистического труда содержание солей в грунтовых водах не выше 5 г/л.

Таким образом, можно принять, что мелиорация засоленных почв в условиях Туркмении и Азербайджана должна обеспечивать устойчивое рассоление грунтовых вод до 1—5 г/л, рассоление почвенных растворов до концентрации солей не выше 1—3 г/л и рассоление верхнего метра почвенного профиля до величин, не превышающих 0,2—0,3%.

Критическая глубина залегания грунтовых вод

Критическая глубина залегания грунтовых вод в условиях среднего грунта есть функция среднегодовой температуры, ее уравнение:

$$y = 170 + 8x \pm 15 \text{ см},$$

где y — критическая глубина (в см), x — среднегодовая температура.

Для Средней Азии и Западной Сибири эта закономерность выдерживается. Критическая глубина залегания минерализованных грунтовых вод для почв Средней Азии при орошении составляет 250—300 см, а Западной Сибири 150—170 см. Однако почвы Кура-Араксинской низменности выпадают из этой общей закономерности. За последние годы установлено, что критическая глубина залегания грунтовых вод в пределах Азербайджана колеблется от 140 до 220 см. Она больше в районах с пылеватым механическим составом грунтов и меньше в районах, сложенных глинистыми породами (140—150 см).

Таким образом, критическая глубина залегания грунтовых вод существенно меняется в зависимости от условий.

Критическая минерализация грунтовых вод

Близко расположенные к поверхности почвы пресные грунтовые воды — не недостаток, а чрезвычайно ценное качество земельного массива. При близких к поверхности пресных грунтовых водах почвенное плодородие достигает наиболее высокого выражения, так как растениям обеспечивается непрерывное поступление пресной воды. Поэтому значение критической глубины залегания грунтовых вод приобретает силу лишь тогда, когда минерализация их достигает размеров, способствующих интенсивному засолению гидроморфных почв. Концентрация солей в грунтовых водах, при которой происходит образование засоленной почвы, названа нами «критической минерализацией».

Критическая минерализация грунтовых вод, установленная для Барабинской низменности, составляет 4 г/л для щелочных вод и 7 г/л для хлоридно-сульфатных, для Азербайджана — около 5—6 г/л. При минерализации грунтовых вод ниже этой величины в гидроморфных почвах, особенно при наличии естественного дренажа, идет лугово-дерновый процесс. Для Туркмении и Кара-Калпакии предварительно можно принять величину критической минерализации около 3 г/л.

Какое же соотношение между критической глубиной залегания грунтовых вод и критической минерализацией грунтовых вод мы должны принять в практике мелиорации и освоения засоленных земель? Нужно ли понижать уровень опресненных грунтовых вод, имеющих концентрацию

солей менее критической минерализации, или его можно оставить на глуби
меньшей, чем критическая?

Очевидно, понижение уровня опресненных (менее 5—6 г/л) грунто
вод вызовет снижение элементов природного плодородия гидроморфн
почв, повлечет за собой их обсыхание и увеличение потребности в доп
нительной воде при орошении. Таким образом, целесообразнее гидроморф
ные лугово-дерновые почвы (незаболоченные) не дренировать, сохран
грунтовое питание почвенных горизонтов и корневой системы сельс
хозяйственной культурной растительности, возделываемой на этих почв

При минерализации грунтовых вод, большей критической величи
возникает необходимость в их опреснении при помощи промывок, полив
искусственного усиленного оттока путем устройства дренажных сооруж
ний. В этих условиях пресные поливные воды опреснят и заместят во
минерализованные. Искусственный отток минерализованных грунтов
вод при промывках и орошении приведет к снижению концентрации сол
в грунтовых водах до величин меньших, чем критическая минерализаци
Одновременно произойдет рассоление почв. Таким образом, будет дост
нута мелиорация грунтовых вод засоленных почв с сохранением, одна
ценного для земледелия гидроморфного (лугово-дернового) режима.

Если грунтовые воды имеют концентрацию солей, намного превыша
щую критическую минерализацию, а фактический уровень грунтовых в
расположен выше критической глубины их залегания, возникает бол
сложная задача, а именно, необходимо: установить уровень грунтов
вод искусственными гидротехническими мерами на глубине, обеспечива
щей осушение почвы и ослабление процессов испарения; рассолить корн
битаемую зону почвы; опреснить высокоминерализованные грунтов
воды их искусственным оттоком и замещением пресными поливных

Все это достигается устройством дренирующих сооружений. Одна
и в этом случае дренирование намеченных к мелиорации засоленных земе
должно проводиться так, чтобы не прекратить капиллярной связи почв
ного профиля и пахотного горизонта почвы с грунтовыми водами, а лиш
ослабить ее. Главной же задачей является организация оттока солей
опреснение грунтовых вод. Создание особо глубокого дренажа, отрывающ
го капиллярную кайму грунтовых вод от корнеобитаемой зоны почв
и от пахотного горизонта, ухудшит гидрологические условия почвы, пер
ведя ее из категории гидроморфных (лугово-дерновых) в категорию сте
ных и пустынных, требующих более интенсивного поверхностного ор
шения.

Таким образом, целесообразно, руководствуясь величинами крит
ческой минерализации и критической глубины залегания грунтовых во
в мелиорированных почвах, обеспечить при помощи дренажных устройст
не отрыв почвенного профиля от грунтовых вод, а создание хорошо ре
гулируемого лугово-дернового, гидроморфного почвообразовательного
процесса при опресненных грунтовых водах, имеющих обеспеченный от
ток, но связанных через капиллярную кайму с почвенным профилем и
корневой системой культурных растений.

Дренаж и его работа

В работе дренажа следует различать два периода: мелиоративный и
нормальный — эксплуатационный. Задачами дренажа в период мелиора
ции засоленных земель являются:

а) изменение водносолевого баланса местности и ликвидация процессов
засоления;

б) рассоление корнеобитаемой зоны почвы до 0,2—0,5%;

в) рассоление грунтовых вод до величин, меньших критической концентрации, и создание пресного слоя грунтовой воды на глубину до 5—10 м;

г) отвод при помощи слабой проточности солей, накапливающихся ежегодно в почвах вследствие испарения поливных вод («солевая вентиляция»);

д) поддержание на орошаемых почвах путем целесообразного регулирования уровня грунтовых вод и солевого режима грунтового питания культурной растительности.

Однако этим не исчерпывается роль дренажа на засоленных мелиорированных почвах. Дренаж, осуществив функцию коренной мелиорации засоленных земель, должен в дальнейшем, в эксплуатационный период, сохраниться и выполнять функцию двухстороннего регулятора водносолевого режима орошаемых почв и после опреснения грунтовых вод использоваться для подпочвенного орошения.

При помощи шлюзования дренажные устройства должны использоваться для задержки оттока мелиорированных пресных грунтовых вод и для их подъема на заданные глубины и время. При этом фильтрационные потери в сети будут использоваться поливными полями.

Дренажные системы как аппарат подпочвенного орошения будут сочетаться с вегетационными поливами, число которых при опресненных грунтовых водах может быть значительно сокращено. Подобную роль уже 5—7 лет выполняет глубокий закрытый дренаж на Джафарханской опытной станции в Азербайджане.

Итак, дренажные устройства в орошаемом земледелии не должны отводить опресненные грунтовые воды, так как последние, представляя громадную ценность, должны быть полностью использованы сельскохозяйственной растительностью (полевой и древесной) на создание растительного вещества. Лишь в период мелиорации засоленных земель дренажные устройства отводят соли в виде высокоминерализованных растворов из почвенных горизонтов, почвенных растворов и грунтовой воды. В дальнейшем дренаж, став средством подпочвенного орошения, должен обеспечить слабый, но равномерный отток остаточных, концентрирующихся за вегетационный период, почвенно-грунтовых вод, образующихся из поливных вод и собирающих в себя циркулирующую в почвенных горизонтах соль. Поэтому в районах мелиорации и освоения засоленных земель необходимо полностью отказаться от идеи строительства сверхглубокого дренажа, переводящего почвы в категорию степных и пустынных, не имеющих грунтового питания. Нужно также отказаться от идеи мелиорации засоленных почв и борьбы с засолением при помощи создания дрен и глубоких коллекторов, перехватывающих пресный грунтовый поток, направленный со стороны предгорьев, питающей реки или крупного ирригационного канала. Во всех этих случаях будут отводиться не соли в виде рассолов и концентратов, а пресные грунтовые воды, которые могут и должны использоваться сельскохозяйственными растениями.

По этой же причине следует отказаться от не изжитой еще практики проектирования и строительства оросительных каналов и дрен в виде рядом расположенных параллельных пар. В этом случае потери воды на фильтрацию усиливаются, а отводимая в дрены фильтрационная пресная вода не используется растениями. В то же время высокоминерализованные грунтовые воды, засоляющие почвы, «перехватывающей дреной» при этом не затрагиваются.

Оросительную и дренажную сеть целесообразно проектировать так, чтобы фильтрующие каналы и дрены коллектора, отводящие соли и минерализованные растворы, перемежались между собой. Тогда фильтрационный поток

от ирригационного канала, направляясь в сторону дрены, будет спо
ствовать выталкиванию минерализованных вод и замещению их опресн
ными грунтовыми водами. Это позволит увеличить междрение в полто
два раза против обычных норм.

Дренирующие коллекторы и дрены должны закладываться на участ
пониженного рельефа и на массивах наиболее высокоминерализова
грунтовых вод. В этих случаях дрены будут отводить рассолы (а не пресн
воды), что будет усиливать общий сток солевых растворов в дренажн
сеть вследствие существенного увеличения роли местного напора грунто
вод за счет рельефа и усиления ирригационных напоров, а также вс
ствие снятия дополнительных подпоров от плотных рассолов.

При малых уклонах местности и горизонтальных поверхностях др
могут располагаться и по уклону и перпендикулярно или под углом к не
Решающее значение в распределении дрен и коллекторов при таком рел
фе будет иметь соотношение с ирригационной сетью. На местностях,
рактеризующихся повышенными уклонами (0,005—0,01), дрены, рас
ложенные перпендикулярно к уклону, меньше регулируют грунтовый пот
не затрагивая его равномерно, и принимают грунтовые воды преимуществ
но с нагорной стороны. В таких условиях часть земель остается вне вл
ния дрен, а поэтому целесообразно проектировать дрены или коллекторы
уклону или под острым углом к уклону. В этих случаях дрена, хотя и
сколько ослабленно, но будет работать на отвод солей на всем своем п
тяжении и притом на обе стороны, в то время как при расположении др
перпендикулярно к уклону она будет работать преимущественно ли
в одну сторону (нагорную). Решающую роль и здесь должно сыграть со
ношение с сетью крупных оросительных каналов, а также использова
местных условий рельефа и литологии.

Если при проектировании дренажных устройств фактор минерал
ции грунтовых вод будет специально и тщательно учитываться, то мож
полагать, что общая протяженность дренажной сети может быть зна
тельно уменьшена.

Снятие единичными или очаговыми дренами солевого «замка», запир
щего местные потоки грунтовых вод, облегчит общее улучшение цирку
ции почвенно-грунтовых вод и постепенное нарастание во времени дей
ности действия и эффективности дренажных устройств в смысле рассо
ния почв и грунтовых вод. Особенно важно обеспечить искусственное др
нирование нижних частей наклонных равнин, периферии сухих дель
концевых частей орошенных массивов.

Чтобы полнее исключить попадание пресных поливных и фильт
ционных вод в дрены и направить их только для сельскохозяйственных ра
тений, предлагается проработать и испытать в опытных условиях вариа
горизонтального дренажа, усиленного сетью сравнительно мелких (5—10
вертикальных колодцев. Вертикальные колодцы, заложенные в горизо
тальные дрены и защищенные от заиления, в период работы оросительн
системы будут служить трактом для «выжимания» минерализованных ра
солов из глубоких горизонтов грунтовых вод. В результате опреснения
воды не будут попадать в дрены вместе с минерализованными раств
рами, отводимыми колодцами и горизонтальными дренами.

В целях разработки новых конкретных конструкций дренажей следу
запроектировать и испытать предложенную А. Т. Морозовым схему дрен
рования с помощью учащенных, относительно неглубоких (20—30 м) ве
тикальных колодцев, объединенных группами вокруг мощных насосо
На основании анализа работы Муганской дренажной системы и опыт
модельных лабораторных исследований намечается целесообразность опре

нения почвенно-грунтовых вод на глубину до 5—10 м. Именно в этом случае глубокий открытый и закрытый дренаж, по достижении грунтовыми водами минерализации 3—5 г/л и меньше, может использоваться как средство подпочвенного орошения и регулирования водного режима орошаемых почв.

Все образующиеся в ирригационной системе фильтрационные воды, при наличии хорошо работающей дренажной системы, обеспеченной шлюзами, могут с успехом быть использованы древесными и сельскохозяйственными растениями. Для этого необходимо только установить определенный режим работы дренажной системы, чередуя периоды стока солевых растворов по ней с периодами закрытия коллекторов и дрен для поддержания на орошаемых землях высокого уровня пресных грунтовых вод.

Включение дренажных устройств в работу должно производиться в различных природно-хозяйственных условиях в разное время. Пока грунтовые воды лежат ниже критической глубины, горизонтальные дрены не могут работать. Включение горизонтального дренажа в работу должно производиться по достижении грунтовыми водами критической глубины. В районах распространения сухих солончаков с грунтовыми водами, залегающими на глубинах 10—20 м, промывки и освоение должны производиться без дренажа, в счет свободной водоемкости грунта.

Чем выше коэффициент полезного действия оросительных систем и чем больше культура водопользования, тем медленнее идет подъем грунтовых вод, растягиваясь на 15—20 лет. Обсадка каналов, дорог и усадеб древесными насаждениями увеличит расход грунтовых вод на транспирацию и еще больше замедлит их подъем. В динамике подъема уровня грунтовых вод бо́льшая роль принадлежит соотношению между поливной и неполивной площадями. Чем шире это соотношение, тем больше площадь растекания грунтовых вод, лучше условия для их оттока и тем медленнее происходит их подъем. Регулируя это соотношение, при высокой культуре водного хозяйства можно отодвинуть начало включения дренажа в работу на значительный срок.

В районах с близкими солеными грунтовыми водами (5—8 м) и при коэффициенте земельного использования около 50—60% потребность в дренаже наступает практически на 3—5-м году освоения. На территориях же с влажными солончаками, имеющими соленые грунтовые воды на глубине 3—4 м, бездренажное освоение и орошение возможно лишь на 10—15% площади, при этом неизбежны низкие урожаи сельскохозяйственных культур даже при ежегодных промывках и усиленных летних поливах. Широкое же освоение таких земель потребует включения дренажных систем с первых лет переходного мелиоративного периода.

Повышение эффективности промывок

Среди почв Арало-Каспийской низменности широко распространены засоленные, плохо фильтрующие глинистые солончаки, солончаковые такырные почвы и такыры. Освоение этих почв, содержащих обычно вредные соли в верхнем метровом слое почвы в количестве 1—3%, возможно лишь при обязательном удалении солей из корнеобитаемой зоны специальными промывками. Однако высокая глинистость, бесструктурность и щелочность почв этого типа обусловливают в них крайне низкую фильтрационную способность. Коэффициенты фильтрации, как показали опыты на монолитах, выражаются в этих почвах 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} см/сек. В лабораторных условиях заданная норма воды не впитывается в монолитах в течение 3—5 месяцев. В полевых условиях впитывание поливных и промывных вод проходит крайне медленно; в течение недели впитывается на каждом гектаре не

более 200—300 м³. Норма воды около 1 тыс. м³ /га не впитывается в по
в течение 3—4 недель.

Осуществить успешную мелиорацию плохо фильтрующих глинист
засоленных почв, вследствие этого, чрезвычайно трудно. При поливах
промывках смачиваются лишь верхние слои (10—20 см) почвы, в да
нейшем фильтрация прекращается, вода расходуется преимущественно
испарение, а легкорастворимые соли сохраняются в почве ниже смоч
ного горизонта. Промывную норму воды оказывается невозможным вн
тить в данную почву. Процесс промывки затягивается до весны, эффекти
ность промывки остается крайне низкой и в следующем сельскохозяйс
венном году почва остается столь же засоленной, как и до попытки
мелиорировать. Затяжка промывок на зиму влечет, кроме того, плох
вымывание сульфатов натрия, выпадающих в осадок при 10—12°.

Одним из лучших средств промывки засоленных почв с низкими коэфф
циентами фильтрации является возделывание на этих почвах культу
риса, требующей (даже при прерывистых поливах) большого количест
воды в течение всего вегетационного периода. Этот вопрос в достаточн
степени исследован закавказскими и среднеазиатскими научными учре
дениями и поэтому здесь не рассматривается. Упомянем лишь, что пов
местное применение культуры риса как средства мелиорации плохо фи
трующих засоленных земель не всегда возможно. Эта культура достат
но трудоемка, она не может заменить собой такую основную сельск
хозяйственную культуру, как хлопчатник, а потребление воды поли
риса настолько велико, что при больших площадях оно нарушает водн
режим орошаемых территорий в неблагоприятную сторону. Поэто
использование культуры риса как средства мелиорации плохо фильтру
щих засоленных земель может иметь лишь ограниченное, а не пов
местное распространение.

Лабораторные и полевые опыты с почвами Азербайджана и Туркмен
позволяют наметить и рекомендовать для производственных испыта
некоторые агромелиоративные приемы повышения эффективности пром
вок плохо фильтрующих засоленных почв. Эти приемы складываются в т
самостоятельные группы:

а) глубокая механическая обработка плохо фильтрующих засолен
почв с целью создания некапиллярной скважности и повышения водоп
ницаемости;

б) внесение мелиорирующих веществ, улучшающих коренным образ
водно-физические свойства плохо фильтрующих засоленных почв.

в) коагуляция коллоидно-глинистых частиц в плохо фильтрующи
засоленных почвах с целью повышения их водопроницаемости.

Глубокая механическая обработка. Вспашка плох
фильтрующих солончаковых и такырных почв на глубину до 30 см с об
ротом пласта, в сочетании с глубоким чизелеванием, применением почв
углубителя или кротования подпахотных горизонтов во много раз повыша
водопроницаемость такырно-солончаковых почв. Так, проведенные в Турк
мении опыты показали, что хорошей механической обработкой тяжелы
такырно-солончаковых почв их водопроницаемость может быть поднят
с 200—300 м³/га в сутки до 750—1000 м³/га в первые часы. Естественно
что при этом происходит интенсивный вынос легкорастворимых солей и
корнеобитаемой зоны почвы и создается возможность выращивания н
них сельскохозяйственных культур после завершения промывок.

Еще большее увеличение водопроницаемости и соответственно увели
чение эффективности промывок тяжелых засоленных земель достигается
плантажной обработкой на глубину 45—50—60 см. Даже на злостных та

кырных землях Туркмении водопроницаемость при этом достигает 750—1000 м³/га в час.

Таким образом, одним из важнейших средств повышения эффективности промывок на тяжелых глинистых землях Арало-Каспийской равнины является их тщательная и глубокая механическая обработка, позволяющая создавать повышенную некапиллярную скважность и высокую водопроницаемость.

Внесение мелиорирующих веществ, улучшающих водно-физические свойства. Положительный эффект, создаваемый в тяжелых, плохо фильтрующих почвах глубокой механической обработкой их, является хотя и мощным средством, но недостаточно устойчивым по своему последействию. Большое количество воды при промывках взрыхленных горизонтов вызывает интенсивную усадку почвы, а также заиление некапиллярных пустот, создаваемых в почве обработкой. В итоге, водопроницаемость и интенсивность выщелачивания солей начинают снижаться. Целесообразнее поэтому вызвать в подобных тяжелых почвах коренные изменения физических свойств путем их специальной мелиорации.

Средством коренного улучшения водно-физических свойств тяжелых засоленных земель и такыров, известным в практике орошаемого земледелия, а также изученным в лабораторных и полевых опытах, служит пескование и внесение сверхвысоких доз органических веществ. Рыхление тяжелых почв одновременно с их пескованием (до 500 т/га) или внесением навоза и фекалий (до 80 т/га) дает прочный эффект в улучшении водно-физических свойств тяжелых засоленных земель. Испытанная на такырно-солончаковых землях Туркмении промывная норма воды в количестве 1,5—3 тыс. м³/га впитывается почвой после осуществления названных мероприятий в течение 2—3 часов. Соответственно происходит интенсивный вынос легкорастворимых солей из корнеобитаемой зоны почвы.

Улучшение водно-физических свойств при этом значительно устойчивее, поскольку здесь сочетаются создание некапиллярной скважности в почвенных горизонтах с глубокой механической обработкой и закрепление этой скважности вносимыми массами песка и органических веществ. Поэтому для повышения эффективности промывок, необходимых для рассоления тяжелых солончаковых почв, желательно совместное применение глубокой механической обработки, особенно плантажа и пескования с внесением сверхвысоких норм таких органических веществ, как навоз или фекалии.

Коагуляция коллоидно-глинистых частиц. Одна из причин низкой фильтрационной способности солонцеватых засоленных почв и такыров заключается в высоком содержании в них тончайших коллоидно-глинистых частиц, находящихся в состоянии высокой дисперсности и обладающих высокой гидрофильностью. Высокая дисперсность частиц глинистых фракций и их высокая гидрофильность характерны, например, для такырных почв Туркмении и коркующихся почв Ширвани. Естественно возникает предположение о возможности повысить водопроницаемость подобных почв прямой коагуляцией диспергированных глинистых коллоидных частиц почвы.

Если высокая дисперсность почвенных коллоидов и их гидрофильность вызваны наличием в них обменного натрия и углекислых щелочей, целесообразно заменить поглощенный натрий на поглощенный кальций и нейтрализовать щелочность. Классические исследования Гедройца обосновали теоретическую и практическую стороны мелиорации солонцеватых бесструктурных почв заменой обменного натрия на обменный кальций

путем гипсования. В тяжелых глинисто-солончаковых почвах Аз
байджана и такырах Туркмении имеются собственные запасы значитель
количеств соединений кальция (в виде гипса или в виде углекислого ка
ция), которые могут быть использованы для замещения обменного н
рия на кальций.

Общеизвестна крайне низкая водопроницаемость засоленных п
южной Мугани. По данным исследований на монолитах, коэффици
фильтрации в этих почвогрунтах не превышает $0{,}64 \cdot 10^{-6}$ см/сек, со
жание солей в почве при этом составляет 1—3%. Опытная промывка
добных почвогрунтов в монолитах продолжалась в лабораторных усло
ях в течение 4 месяцев при напоре воды 8—10 см. Почвогрунты отли
лись повышенной солонцеватостью. Общая щелочность в первых порц
фильтрата составляла 2—2,5 HCO_3 г/л. В ходе промывок общая щелочно
заметно снизилась и достигла 0,3 HCO_3 г/л. Одновременно коэффициент фи
трации увеличился в 6 раз, поднявшись в конце промывки до $4 \cdot 10^{-6}$ см/се
После фильтрации первых 3 тыс. м³/га воды из почвы было вынесено 73
легкорастворимых солей. Опыт производился в монолите без рыхлен
и перемешивания горизонтов. Рыхление и оборот горизонтов, конеч
значительно ускорят ход этих процессов.

В практической обстановке мы не можем продолжать осенне-зимн
промывки в течение 4 месяцев. Целесообразнее в этих условиях (это и
твердилось и обширными полевыми опытами Муганской опытной станц
производить летние промывки почв при помощи культуры риса при п
риодическом его орошении.

Для нас существенен теоретический вывод из этого эксперимен
В процессе промывки монолита глинистых солончаковых почв южн
Мугани происходит не увеличение солонцеватости почвы, а
уменьшение, что сопровождается и увеличением водопроницаемости. Э
надо приписать мобилизации ионов кальция из соединений гипса, рассея
ных в профиле солончаковой почвы. Во многих случаях, как показа
исследования И. И. Феофаровой, почвенный гипс покрыт тончайшей об
лочкой извести, что снижает его растворимость (гипс блокирован извес
ковой пленкой). Рыхление и длительная промывка разрушают известк
вые оболочки на кристалликах гипса.

Глубокая плантажная обработка тяжелых солончаковых почв пер
промывками служит средством мобилизации подпочвенного гипса в п
лях последующего замещения обменного натрия на обменный кальци
и нейтрализации имеющейся свободной соды. Такырно-солончаковы
земли Туркмении, как правило, содержат на глубине 30—50 см сформ
рованные гипсовые горизонты. Содержание гипса в них достигает 1—3%.
Глубокая плантажная обработка такырно-солончаковых почв позволяет
использовать подпочвенный гипс для замещения обменного натрия н
кальций, для нейтрализации щелочности и тем самым для коагуляции
почвенных коллоидов, улучшения водно-физических свойств этих почв
и повышения эффективности промывок при освоении.

Аналогичный эффект (нейтрализация щелочности, коагуляция почвен
ных коллоидов, микроагрегирование и увеличение водопроницаемости
достигается засолением такырных горизонтов. Проф. Пархоменко под
вергал такыры Туркмении искусственному вторичному засолению и
последующему рассолению в лабораторных условиях. Оказалось, что
после вторичного засоления такырная кора разрушается, агрегируется,
улучшает свои водно-физические свойства, что влечет за собою более
легкую мелиорацию и рассоление такырно-солончаковой почвы в дальней-
шем.

Подобные исследования были проведены А. Т. Морозовым и И. А. Верни-
ковской на монолитах глинистых засоленных земел Азербайджана. Всякий
раз подача высокоминерализованных вод в монолиты сверху или капил-
лярным путем снизу при последующих промывках вызывала увеличение
коэффициентов фильтрации в два-три, а иногда в двести-триста (!) раз и
возрастание эффективности промывок соответственно в 20—30 раз. Так,
в одном из опытов при промывной норме 3 тыс. м³/га коэффициент филь-
трации составил $5{,}25 \cdot 10^{-4}$ см/сек, а вынос солей 23% исходного количе-
ства. При искусственном засолении почвы и последующем рассолении
коэффициент фильтрации поднялся до $11 \div 15 \cdot 10^{-4}$, а вынос солей при той
же промывной норме—примерно до 90%. В первом случае эффективность
каждой тысячи кубометров воды по выносу солей составила в среднем
8%, во втором случае 30% исходного запаса солей (табл. 21).

Таблица 21

Повышение эффективности промывок при искусственном увеличении засоленности (на монолитах)

Промывная норма, м/га	Выщелочено, %						Коэффициент фильтрации, см/сек $\times 10^{-4}$
	плотный остаток	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	
Естественное состояние							
3000	23	18	10	4	3,2	44	—
3500	27	19	12	5	3,8	50	5,24
Искусственное засоление							
3000	61	87	83	95	92	32	—
3500	62	88	84	96	93	33	—
6000	65	89	87	97	97	36	11,31
3000	88	88	78	84	—	—	—
3500	91	93	78	84	—	—	—
6000	96	96	85	86	—	—	14,71

Полученные результаты не единичные. Они позволяют сделать следую-
щие выводы.

В тяжелых такырно-солончаковых и глинисто-солончаковых землях
в начале промывок необходимо поддерживать наиболее высокую концентра-
цию почвенного раствора. Этого можно достигнуть прежде всего тем, что
первая порция промывной воды должна быть наименьшей и обеспечивать
лишь растворение солей при поддержании их максимально высокой кон-
центрации в растворе. Дальнейший ход промывки должен осуществляться
также по возможности минимальными дозами, с тем чтобы исключить
высокое разведение почвенного раствора. Особенно не следует допускать
высокого разбавления почвенного раствора в начале промывок.

Дальше, вторичное засоление солонцеватых бесструктурных глинистых
и такыровидных почв, вызывая коагуляцию почвенных коллоидов, по-
вышает в последующем эффективность промывок и облегчает их освоение.
Из этого вовсе не следует, что осваиваемые такырные и солонцеватые
земли необходимо предварительно подвергать вторичному засолению,
но из этого следует, что при выборе массивов для освоения нужно учиты-
вать, что такырные, бесструктурные и солонцеватые земли с повышенной

солончаковатостью легче будет промыть и освободить от солей, чем со
цеватые такырные земли, не имеющие засоления.

Наконец, не исключено, что в некоторых специфических условиях, пр
ответствующих природных и технических возможностях (наличие рас
и возможность подать их в верхние горизонты такырных солонцевать
мель, наличие соленых дренажных вод) целесообразно промывку начин
применением вначале минерализованной воды, что ускорит общий ход
увеличит вынос легкорастворимых солей при тех же количествах в

Регулирование солевого режима в орош
мых почвах. Наиболее эффективное средство регулирования
вого режима орошаемых почв — осенне-зимние (запасные) и вегетац
ные поливы. Как установлено многочисленными исследованиями и опы
орошаемого земледелия Закавказья и Средней Азии, регулирование
вого режима осенне-зимними и вегетационными поливами может
оправдать лишь на почвах слабой и средней степени засоления, т. е.
содержании солей в корнеобитаемой зоне почвы не выше 0,5—0,7%.
более высоких степенях засоления управление солевым режимом ор
емых почв возможно лишь при их искусственном дренировании. В осе
зимних поливах, направленных на регулирование солевого реж
нуждаются также широко распространенные в Туркмении и Азер
джане остаточно-засоленные почвы, содержащие на глубине 30—5
соли в количестве до 0,5—0,8% при залегании грунтовых вод на глуб
10—20 м. Освоение этих остаточно-солончаковатых почв нуждается в п
варительном сбросе солей из первого метра почвы во второй и глуб
с тем, чтобы в дальнейшем сохранить их на этой глубине и удержать
капиллярного перемещения в верхние корнеобитаемые и пахотные
ризонты. Исследования водно-физических свойств подобных остато
засоленных почв позволяют считать, что осенне-зимний полив таких
нормой воды около 3—4 тыс. м³/га обеспечит в первый год перемеще
вредных солей на глубину одного метра и даст возможность освоения
добных земель под сельскохозяйственные культуры. Применения дре
жа в этот период совершенно не требуется.

В Кура-Араксинской низменности широко распространена практ
так называемых зимних и весенних аратов, т. е. зимних и весенних
ливов. Назначение этих поливов было не совсем ясно. Как выясняет
из наблюдений, зимне-весенними поливами преследуется двоякая це
использовать свободные ресурсы поливных вод для зарядкового поли
с целью накопления влаги в почвах и промыть орошаемые почвы
солей с целью подготовки их к очередному вегетационному периоду.

Вследствие этой неясности целевого назначения зимне-весенних ара
норма воды при этих поливах была неопределенной и в большинстве сл
чаев составляла 2—3 тыс. м³/га, т. е. превышала водоудерживающую сп
собность почвы. Повсеместное применение зимне-весенних аратов со сто
высокими нормами воды приводит к повсеместному же вредному повышени
уровня грунтовых вод, задержке в наступлении весенней физической сп
лости почв и к поддержанию процессов засоления орошаемых почв.

В последующей практике орошаемого земледелия необходимо точ
расчленять районы орошаемых земель, нуждающихся в регулир
вании солевого режима при помощи осенне-зимне-весе
них поливов, и районы орошаемых почв, не требующие регулирован
солевого режима, но нуждающиеся в накоплении запаса пре
ных почвенных вод в осенне-зимне-весенний период. Соответ
ственно этому районированию (которое должно быть проведено на осн
вании крупномасштабных почвенно-мелиоративных карт и учета клим

тических условий), в последующем величина норм воды при поливах влагозарядочного назначения не должна превышать дефицита до полевой влагоемкости (не превышать водоудерживающей способности). В средних условиях Арало-Каспийской низменности норма воды для осенне-зимне-весенних влагозарядочных поливов при этом будет составлять не более 1000 м³/га.

Норма воды при проведении осенне-зимне-весенних промывочных поливов, естественно, должна существенно превышать водоудерживающую способность почвы и быть на 50—75% выше дефицита до полевой влагоемкости, т. е. составлять 1500—1750 м³/га на слабо- и среднезасоленных почвах и 2000—2500 м³/га на солончаковых. Дифференцированное применение осенне-зимне-весенних поливов ограниченными нормами воды, с одной стороны, обеспечит регулирование солевого режима орошаемых засоленных почв, а с другой — позволит добиться повсеместного снижения уровня грунтовых вод.

На длительно орошаемых землях Азербайджана, Туркмении и Узбекистана отчетливо выражена в пространстве дифференцированность степени засоленности почв в пределах поливных карт и отдельных орошаемых массивов. Обычно участки, расположенные в верхних частях поливных карт и ближе к трассам отводных и распределительных каналов, всегда, в результате длительного избыточного увлажнения поливными водами, отличаются наиболее близкими к поверхности пресными грунтовыми водами и незасоленными почвами. На этих массивах и участках обычно хлопчатник развивается роскошно, а урожаи хлопка-сырца достигают наивысших размеров. Периферическая часть поливных карт и орошаемых массивов характеризуется, наоборот, образованием минерализованных грунтовых вод и засоленных почв (пятнистого или сплошного засоления). Соответственно, на этих участках хлопчатник угнетен солями, часто полностью выпадает, вследствие чего урожаи и качество волокна хлопкосырца оказываются здесь значительно пониженными.

Для устранения пестроты в степени засоленности почв и грунтовых вод и для ликвидации засоленных участков в нижних частях поливных карт и на периферии орошаемых массивов необходимо вести дифференцированно полив этих участков, с тем, чтобы устранить переполивы верхних частей поливных карт и недополивы концевых частей поливных карт.

Выравнивание водного режима на таких поливных картах может быть достигнуто устройством дополнительных выводных борозд, обслуживающих нижние участки поливных карт, или ежегодным сооружением дополнительных временных картовых оросителей, подающих воду в специальные выводные борозды, расположенные на периферических и концевых участках поливных массивов, затронутых засолением вследствие недополивов в прошлом. Сеть дополнительных временных картовых оросителей и дополнительных выводных борозд (ок-арыков) обеспечит более равномерные и точные поливы орошаемых земель и позволит ликвидировать сезонное засоление орошаемых почв.

Вегетационные поливы — мощное средство регулирования солевого режима орошаемых почв, если ими правильно пользоваться, т. е. не допускать чрезмерного удлинения межполивного периода и пересушки верхних горизонтов орошаемых почв до относительной влажности ниже 65—70% полевой влагоемкости, и если нормы поливной воды не превышают дефицита до полевой влагоемкости.

Многолетние исследования Вахшской почвенно-мелиоративной станции и опытной сети СоюзНИХИ позволяют для склонных к засолению почв Азербайджана и Туркмении считать целесообразным поддержание

относительной влажности почвы в межполивной период на уровне не
70—75% полевой влагоемкости.

Естественно, что сохранение больших запасов влаги в орош
почвах после каждого полива будет тем легче достигаться, чем
агротехника на полях, чем благоприятнее водно-физические сво
почвы и, особенно, чем лучше структура орошаемых почв. Таким обр
высокий и полноценный эффект в регулировании солевого режима, д
гаемый зимними и вегетационными поливами, возможен лишь на
правильных хлопково-травопольных севооборотов и высокой агротех
обеспечивающих создание и поддержание в почвах водоустойчивой ко
вато-зернистой структуры.

Положительное влияние масел на снижение испарения влаги из п
(Панков, 1932), прекращение капиллярного движения солей в нефт
ных почвах в лабораторных условиях (Антипов-Каратаев, 1933), при
улучшения засоленных почв нефтеванием в полевых условиях в Кр
положительный эффект от гумбрина в Азербайджане,— все это позв
рекомендовать использование отходов нефтяной промышленности
широкого испытания в хозяйственных условиях как средство мелиор
и регулирования солевого режима почв при орошении.

СОЛОНЦОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И БОРЬБА С НИМИ

В опубликованных материалах почвенных и мелиоративных иссл
ваний в Азербайджанской ССР до работ экспедиции АН СССР почт
рассматривался вопрос о солонцеватых почвах и солонцовых явле
в почвах Кура-Араксинской низменности. Так, Волобуев, хотя и уп
нает о солонцеватых сероземах, но в целом проблема солонцовых
цессов им не рассматривается ни в характеристике почвенных тип
природных районов Кура-Араксинской низменности, ни в вопросах
лиорации и освоения почв низменности. Вместе с тем Волобуев справед
отмечает существование карбонатно-натриевых и карбонатно-хл
но-сульфатно-натриевых вод в ряде районов Азербайджана. В схем
ческой карте солевого состава почв Кура-Араксинской низменности
туры районов содового засоления почв не выделены. В то же время
ные анализа водных вытяжек, приведенные Волобуевым, обнаружив
широкое развитие процессов содового засоления в почвах Карабах
степи.

Однако и до и после исследования Волобуева отдельными специалист
отмечалось наличие в Кура-Араксинской низменности солонцева
почв (Тюремнов, 1928; Акимцев, 1937; Преображенский, 1946). Но
разрозненные указания, высказанные в 20 и 30-х годах, не получили
щего признания и должной оценки в вопросах мелиорации и освое
почв Кура-Араксинской низменности. Очевидно, это объясняется т
что широкое господство в Кура-Араксинской низменности процес
засоления почв оттеснило на второй и третий план проблему солонц
тости.

Исследования Почвенного института АН СССР, АН Азербайджанс
ССР и проектных организаций Азербайджанской ССР коренным обра
расширили наши представления о существовании солонцовых процес
в Азербайджане, накопили обширный новый материал, свидетельствую
о том, что солонцы и солонцовые почвы широко представлены на равни
Мильской и Карабахской степей, в Ширвани и центральной Мугани и
проблема предупреждения и борьбы с солонцовыми явлениями имеет нар
нохозяйственное значение для Азербайджана. Значение проблемы солон

вых процессов в Кура-Араксинской низменности к настоящему времени получило отражение и в новых статьях (Волобуев, 1950), и в решениях научной сессии АН Азербайджанской ССР (1951) и в прямых запросах проектных и хозяйственных организаций.

Общепринятые взгляды на происхождение и развитие солонцеватых почв подвергаются существенному изменению и пересмотру. Факты свидетельствуют, что распространенное представление о происхождении солонцов в результате простого рассоления солончаков не всегда и не вполне соответствует действительности. Уже к 1940 г. в исследованиях Розова, Розанова и Ковда накопились материалы, говорящие о том, что искусственное рассоление природных солончаков не сопровождается образованием солонцов (опыты с промывкой солончаков Средней Азии, Кавказа и Поволжья на монолитах и в воронках не обнаружили явлений осолонцовывания), а также о том, что солонцовые процессы во многих случаях предшествуют солончаковым. Тогда же В. А. Ковда неоднократно высказывалось мнение о необходимости различать «досолончаковую солонцеватость», т. е. солонцеватость, предшествующую формированию солончаков, и «послесолончаковую солонцеватость», возникающую после рассоления солончаков. Уместно напомнить, что Вильямс вообще рассматривал солонцовые процессы как предшествующие образованию солончаков.

В результате многолетних исследований солонцовых процессов на равнинах Западной Сибири, Поволжья, Средней Азии, Кура-Араксинской низменности сложилась еще не вполне завершенная и не вполне доказанная система взглядов на происхождение солонцовых процессов и на средства мелиорации солонцовых почв.

Понятие о солонцеватости и солонцовых почвах. Определяющим признаком, которым необходимо руководствоваться при установлении понятия солонцеватости, является высокая щелочность верхних горизонтов почвы, достигающая по общей щелочности 0,05—0,08—0,1% HCO_3, по щелочности от нормальных карбонатов от следов до 0,01% CO_3 и по актуальной щелочности до pH 8,7—9. Эти свойства почвенного раствора свидетельствуют о наличии в солонцеватых почвах свободной соды или бикарбонатов щелочей.

Второй определяющий признак солонцеватости — обязательное наличие в солонцовых почвах обменного натрия, поглощенного почвенными коллоидами в количестве 10—15% и выше от емкости обмена. Присутствие обменного натрия (иногда и магния) — устойчивый и обязательный признак и причина солонцовых явлений. Но механизм появления обменного натрия в почвенных горизонтах солонцовых почв весьма разнообразен.

Третий характерный признак и причина солонцовых процессов — наличие сильно выраженной поглотительной способности почвы. Обычно это обязано высокой глинистости, в особенности высокому содержанию почвенных коллоидов, представленных минералами монтмориллонитовой группы и гумусом. Сочетание в почве высокой щелочности, большого количества обменного натрия и гидрофильных коллоидов, представленных монтмориллонитовыми глинами и перегноем, способствует наиболее резкому выражению солонцовых процессов.

Физически солонцеватость и солонцовые явления проявляются в образовании плотных бесструктурных — слитых или столбовидных — глыбистых почвенных горизонтов, окрашенных в коричневато-бурые и коричневые тона. Во влажном состоянии солонцовые горизонты отличаются исключительной гидрофильностью, вязкостью, ничтожной водопроницаемостью, медленным просыханием и крайне коротким и узким интервалом физической спелости, в сухом состоянии — высокой твердостью, низкой прони-

цаемостью для воздуха, для корневых систем и проростков растений,
кой и резко выраженной коркуемостью, тяжелой обработкой.

В итоге солонцеватые и солонцовые почвы отличаются понижен
естественным плодородием, а при крайних проявлениях солонцо
процесса — бесплодием. Последние свойства и обязывают произво
предварительные коренные мелиорации при освоении солонцеватых
солонцовых почв.

Условия возникновения солонцовых проц
сов в Кура-Араксинской низменности. Физико-
графические, геохимические и геологические условия Кура-Аракси
низменности способствуют широкому развитию здесь солонцовых про
сов разного типа. Почвообразующие породы в пределах Кура-Аракси
низменности и окаймляющих ее предгорных равнин отличаются нес
чительно высокой глинистостью и коллоидностью. В составе почвен
коллоидов широко представлена группа минералов монтмориллонито
типа. В этом смысле литология Кура-Араксинской низменности ко
ным образом отличается от литологии большей части орошаемых райо
Средней Азии, где широко представлены супеси, суглинки, лессовид
породы.

Кура-Араксинская низменность является областью приморских д
и древних пойм нижнего течения Куры, Аракса и других рек. Поэ
на ее равнинах широко распространены два характернейших явле
тесно друг с другом связанных и способствующих развитию солонц
процессов. Это, во-первых, близкие бессточные воды или малопроточ
грунтовые воды повышенной минерализации, поставляющие соли нат
в почвенные горизонты, во-вторых, современный лугово-солончако
почвообразовательный процесс, сопровождающийся накоплением повы
ного количества органического вещества в почвенных горизонтах и цир
ляцией и накоплением солей натрия в профиле, в особенности в верх
горизонтах почв.

В составе солей, мигрирующих в грунтовых водах, в грунтах и поч
Кура-Араксинской низменности, почти повсеместно и абсолютно преоб
дают хлориды натрия. Грунтовые воды многих пространств десульфирова
т. е. при высокой хлоридности и щелочности содержат крайне неболь
количество сернокислых солей. Поэтому в верхних горизонтах низм
ности содержание гипса зачастую понижено или его нет вовсе. Малая ги
носность при высоком содержании хлористого натрия в составе цирку
рующих солей является важнейшей предпосылкой, обеспечивающей вк
дение натрия в состав поглощающего комплекса почв и развитие явле
осолонцевания и на циклах засоления лугово-солончаковых почв и
циклах рассоления солончаковых и степных почв.

Десульфированность почвенно-грунтовых вод Кура-Араксинской н
менности, обязанная влиянию глубинных нефтяных вод, а так
восстановительным процессам в условиях болотного и лагунного режи
дельт, пойм и приморья, приводит к тому, что на многих пространств
Кура-Араксинской низменности грунтовые воды содержат в составе
лей бикарбонаты и карбонаты щелочей, главным образом натрия. На отдел
ных массивах щелочные (содержащие карбонаты и бикарбонаты натр
грунтовые воды образовались в результате пространственной диффер
циации и занимают обширное пространство, вызывая образование лу
вых содовых солонцов-солончаков, содовых солончаков и луговых солон
ватых почв (Карабахская степь).

О постоянном притоке бикарбонатов и карбонатов щелочей в почво
ные горизонты свидетельствует установленное В. Г. Зольниковым

И.И.Феофаровой для Кура-Араксинской низменности явление перехода почвенного гипса в углекислый кальций. Ими доказано, что в засоленных почвах центральной и южной Мугани широко образуются псевдоморфозы углекислого кальция по гипсу или на поверхности гипсовых конкреций возникают оболочки из углекислого кальция. Последние вызывают временное выключение гипса из почвообразовательных процессов («блокирование» гипса), поскольку в условиях щелочной среды оболочка углекислого кальция остается нерастворимой и изолирует закрытый ею гипс от возможности растворения и передвижения по почвенному профилю.

Все это, естественно, способствует развитию солонцовых процессов.

Наконец, своеобразным свойством климата Кура-Араксинской низменности является резко выраженная перемежаемость сухих периодов, сопровождающихся интенсивным испарением почвенно-грунтовых вод, с периодами дождливыми, влажными, сопровождающимися развитием нисходящих токов почвенных растворов. Периодическая, хотя и неравномерная повторяемость этих процессов приводит к тому, что, наряду с процессами засоления верхних горизонтов почвы, систематически осуществляются и процессы их рассоления, что наиболее благоприятствует вхождению обменного натрия в поглощающий комплекс почвы и возникновению солонцовых явлений.

Особую роль при этом играет господство в почвенно-грунтовых водах Кура-Араксинской низменности рассолов с концентрацией более 70—80 г/л. Испарение этих рассолов, как отмечено выше, относительно невелико. Диффузное же передвижение хлористого натрия из капиллярно-пленочной каймы в верхние горизонты почвы и в сухое время года осуществляется беспрепятственно. Солончаковые процессы при высококонцентрированных грунтовых водах ослабляются и прекращаются, а солонцовые явления, благодаря ритмичности и резко выраженной противоположности сухих и влажных периодов, наоборот, приобретают крайне широкое развитие.

Районы распространения солонцовых почв в Кура-Араксинской низменности. Как показано исследованиями последних лет, солонцовые явления широко распространены в пределах Арало-Каспийской низменности. Солонцовые почвы северного Прикаспия подробно описаны в работах Антипова-Каратаева (1936), Ковда (1938, 1950) и др.

Солонцовые и такырные явления Туркмении ныне детально исследуются АН СССР, УзбССР и ТуркмССР. Значительно продвинулось вперед изучение солонцовых почв Кура-Араксинской низменности, где они весьма разнообразны по генезису и степени солонцеватости и занимают большие площади в зоне будущего орошения.

В той или иной степени солонцовые процессы и соответственно солонцеватые почвы и солонцы обнаружены почти во всех крупных природных районах Кура-Араксинской низменности. Наиболее широкое распространение солонцовые процессы имеют в юго-восточной Ширвани и в Мильской степи. В пределах юго-восточной Ширвани и прилегающей части центральной Ширвани обнаружены самые разнообразные по происхождению и степени выраженности солонцеватые почвы. Так, здесь широко распространены древнелуговые плотные солонцеватые бесструктурные почвы, известные своей склонностью к образованию мощных корок, снижающих плодородие. Особенно широко распространены коркующиеся древнелуговые солонцеватые почвы в области сухой дельты Ах-Су и частично Геокчая.

Значительное пространство центральной и юго-восточной Ширвани, находящееся под влиянием делювиальных вод, отлагающих тяжелые

глинистые наносы, испытывает на себе влияние делювиального засоле
Делювиальное засоление часто сочетается с влиянием солей, поступа
щих с грязевулканическими хлоридными и щелочными водами. Эти райо
центральной и юго-восточной Ширвани также характеризуются ра
тием глубоко- и сильносолонцеватых и в то же время сильнозасолен
глинистых почв низкого естественного плодородия.

На равнинах Ширвани можно проследить все стадии развития солон
вого процесса — от лугово-солончаковых почв до солонцов и зональ
солонцеватых почв. Так, в районах древних ширванских дельт К
(Кизыл-Мечеть), на отметках —20 м, распространены комплексы пух
сухих солончаков и солонцеватых древних лугово-солончаковых по
Выше, на равнинах, имеющих отметки —10, —15 м, образуются хор
сформированные солончаковато-солонцовые почвы. На древних терра
Каспия, имеющих высоты +25, +30м и более, широко представле
комплексы корковых и корково-столбчатых, хорошо сформирован
солонцов степного типа, однако еще с весьма высокой остаточной за
ленностью с глубины 50 см. Наконец, наиболее высокие и древние пов
ности юго-восточной Ширвани обычно заняты сероземными (серо-кори
выми) почвами, характеризующимися сильно выраженными признака
остаточной солонцеватости.

Исследования солонцовых процессов в юго-восточной Ширвани по
зали, что здесь в жизни аллювиальных и древнеаллювиальных равн
имеется ясно выраженная солонцовая стадия, которая начинается в пер
лугового и лугово-солончакового режима, достигает своего наивысш
развития в условиях лугово-пустынного режима и ослабевает, сменяя
процессами остепнения и образования зональных сероземных солон
ватых (серо-коричневых) и слабосолонцеватых почв.

Решающая роль в процессах остепнения и превращения солон
и солонцеватых почв в слабосолонцеватые и несолонцеватые зональ
почвы Ширвани принадлежит сочетанию четырех важнейших явлений: р
витию естественной дренированности местности; опусканию уровня гру
товых вод и прекращению их влияния на почвообразовательный проце
господству нисходящих токов и рассолению почвенного профиля; биол
гическому преобразованию солонцовых горизонтов под влиянием кор
вой системы растений, особенно эфемеров, которые продуцируют ежего
но до 10—15 т сухого органического вещества (главным образом корней
обогащающего почву перегноем и обменным кальцием и калием.

Вторым районом широкого распространения солонцовых почв в Кур
Араксинской низменности является Мильская степь. Здесь также терри
рия древнего и современного конуса выноса реки Аракса, нижние шлейф
вые части наклонной предгорной равнины и дельтово-морские древние ра
нины, расположенные ниже отметок 0 и — 5 м, характеризуются широк
развитием разнообразных солонцовых почв и солонцов. В тех частях
Мильской степи, которые обладают более близким уровнем грунтовы
вод и их меньшей минерализацией (средняя часть конуса выноса Аракса,
Каркарчая, прикуринская аллювиальная равнина), широко распростра
нены лугово-солонцовые почвы.

В переходных районах, подвергавшихся в прошлом сильному засоле
нию, а в настоящее время несколько приподнятых (часть древней дельты
Куры, нижняя часть шлейфа конуса выноса Аракса), широко распростра
нены солонцы — корковые, глыбистые, столбчатые. Более высокий райо
древнего конуса Аракса и шлейфы наклонной подгорной равнины харак
теризуются распространением в почвенном покрове остепненных солон
цов, в которых можно уже видеть черты зональных сероземных почв.

На высотах 20—100 м, как в пределах древнего конуса Аракса, так и в пре
делах подгорной равнины, представлены солонцеватые сероземные поч
вы, в профиле которых ясно прослеживаются черты солонцово-солончако
вого генезиса в прошлом.

Таким образом, и в Мильской степи можно проследить своеобразную последовательную стадийность в возникновении и развитии солонцовых процессов и в их последующей смене остепнением и образованием зональных сероземных почв.

Факторы развития солонцеватости и в последующем развития процессов остепнения и формирования зональных почв в Мильской степи по существу те же, что и в Ширванской: возраст, нарастание естественной дренированности и рассоления, остепняющая роль растительного покрова, прежде всего эфемеров. Однако для Мильской степи, в отличие от Ширванской, характерны более сильно выраженная солонцеватость и присутствие в солонцеватых почвах и солонцах свободной соды. В некоторых случаях, как, например, в средней части конуса выноса Аракса выше урочища Ширин-Кум, содержание соды особенно велико (0,2—0,3% HCO_3 и 0,005% CO_3). Скопление соды в солонцевато-солончаковых почвах Мильской степи иногда достигает таких высоких величин (0,5% HCO_3 и 0,04% CO_3), что данные почвы уже следует рассматривать как разновидность содовых солонцов-солончаков.

Широкое распространение солонцовых явлений характерно также для Карабахской степи, в особенности для Бардинского района, являющегося сухой дельтой Тертера. Здесь еще Приклонским (1946) и Волобуевым (1950) было констатировано развитие содовых вод.

В почвенном покрове этого своеобразного района, находящегося на стадии лугово-солончакового сазового режима, широко распространены своеобразные содовые солонцы-солончаки, связанные и своим происхождением и сезонным водносолевым режимом с неглубоко лежащими щелочными грунтовыми водами. Кроме этих содовых солонцов-солончаков, имеющих относительно хорошо выраженный столбчато-призмовидный горизонт, в Карабахской степи довольно часто встречаются содовые солончаки, образовавшиеся по древним луговым почвам, но уже не имеющие признаков столбчато-призмовидной структуры.

Луговые, содовые, солонцевато-солончаковатые почвы, солонцы-солончаки и содовые солончаки Карабахской степи содержат до 0,7—3% легкорастворимых солей в верхних горизонтах почвы.

При этом в составе солей карбонаты и бикарбонаты щелочей занимают до 25—35% от суммы миллиэквивалентов солей. Остальная доля солей представлена сульфатами и хлоридами. Высокое содержание карбонатов и бикарбонатов натрия сообщает этим почвам крайне плохие водно-физические свойства и низкое естественное плодородие.

Солонцеватость, обязанная современному содовому засолению, столь типичная для почв Карабахской степи, характерна также и для некоторых других районов Кура-Араксинской низменности, имеющих близкие к поверхности щелочные воды (Алджиганчай, западные районы низменности).

Явления сильной солонцеватости характерны также для почв южной Мугани. Здесь имеются своеобразные солонцово-солончаковые почвы крайне тяжелого глинистого механического состава, высокой засоленности при минерализованных грунтовых водах и высокой солонцеватости (до 0,1% HCO_3), охватывающей профиль почв на глубину до 50—70 см. Солонцовые свойства почв южной Мугани явно связаны с лугово-солончаковым режимом. В настоящее время здесь наблюдается смена лугово-солонцовых свойств солончаковыми.

В меньшей мере характерны солонцовые процессы для почвенного
ва центральной и северной Мугани. Целинные, не затронутые оро
и обработкой почвы равнин центральной и северной Мугани отлич
своеобразным сочетанием морфологических признаков корковых сол
реликтов древнелугового режима и исключительно высокой засоле
всего почвенного профиля (исключая верхние 30—40 см) при бл
к поверхности высокоминерализованных грунтовых водах. Сейчас т
решить, каково истинное происхождение солонцеватости почв зд
является ли она реликтом лугово-солончакового прошлого, на ко
накладывается современный солончаковый процесс, или же (что вер
она обязана современным процессам рассоления солончаков и со
ковых почв, вызванного опусканием уровня грунтовых вод и их ми
минерализацией, ослабляющей, как отмечено выше, процессы засо
самых верхних горизонтов почвы.

Наконец, надо отметить наличие солонцовых явлений также и в
Сальянской степи: они сходны с солонцовыми явлениями Мугани
распространение и степень выраженности солонцовых процессов в Са
ской степи еще меньше, чем на Мугани. Солонцовые явления здесь
сезонный характер: ежегодно возникая, они вновь устраняются усил
щимся процессом засоления.

В орошаемых почвах северной Мугани и Мильской степи В. В. Е
вым обнаружена вторичная солонцеватость, возникающая в неко
случаях на тяжелых орошаемых почвах (особенно чальных). Е
это явление в настоящее время еще не изучено.

Следует упомянуть, что случаи осолонцевания орошаемых почв
чены на орошаемых участках центральночерноземных областей и Укр

В Кура-Араксинской низменности вторичная солонцеватость
ляется в том, что орошаемые почвы через 10—15 лет орошения утрач
структуру и приобретают слитность на большую глубину. При этом
шается водопроницаемость почв, повышается общая щелочность (до
HCO_3), появляется в небольших количествах свободная сода. Хлопч
на вторично солонцеватых почвах угнетается сильнее, чем от слаб
даже среднего засоления, и дает резко пониженный урожай. Эта втор
солонцеватость, собственно говоря, сходна с начальными стадиями
во-солончакового процесса, когда частичное возрастание минерали
грунтовых вод и почвенного раствора ведет к вхождению обменного
в поглощающий комплекс почв. Вторичная солонцеватость в да
случае является совершенно особой формой осолонцевания, возника
в результате циркуляции солей натрия в орошаемых землях, попер
ного их концентрирования и вымывания поливной водой.

Краткий обзор районов распространения и характерных особенно
солонцовых процессов в Кура-Араксинской низменности свидетельст
о том, что солонцовые процессы здесь протекают в общем по тем же зако
что и в других областях развития засоленных почв. Однако в Азербайд
солонцовые процессы характеризуются своими особенностями и своео
зием. Эти особенности заключаются в следующем. Солонцовые проц
в почвах Кура-Араксинской низменности тесно переплетаются с про
сами солончаковыми и на большей части низменности представляют с
щелочную стадию лугово-солончакового процесса. Луговая (досс
чаковая) солонцеватость этих почв существует при общем содерж
солей в верхних горизонтах почвы не более 0,4—0,7%. Дальнейшее
растание степени засоленности верхних почвенных горизонтов прив
к гипсонакоплению в лугово-солонцеватых почвах и к господству
солончакового процесса.

Для всех повышенных и более древних поверхностей Кура-Араксинской низменности характерны солонцово-степные процессы с образованием солонцовых почв на цикле рассоления. Развитие солонцовых процессов на этой стадии направлено в сторону образования зональных сероземных почв и протекает на фоне высокой остаточной засоленности.

Для солонцеватых почв и солонцов обоих типов характерна высокая засоленность нижних горизонтов почвенного профиля, грунтов и грунтовых вод. Как по современной, так и по остаточной засоленности солонцы и солонцеватые почвы Азербайджана отличаются от солонцов и солонцеватых почв современного Прикаспия, Поволжья, Северного Кавказа и Украины.

Роль поливных вод и борьба с солонцеватостью почв. Солончаки и солончаковатые почвы Азербайджана и Туркмении в процессе их мелиорации и освоения должны подвергаться предварительным промывкам для удаления легкорастворимых солей. Естественно возникает вопрос, возможно ли развитие солонцовых явлений в результате промывок засоленных почв или это явление практического значения не имеет и им можно пренебречь.

Напомним, что широкая и многолетняя практика промывок засоленных почв в орошаемом земледелии почти не знает случаев развития солонцовых процессов при промывках засоленных земель. В частности, промывки солончаков долины реки Вахш, Ферганской долины, Голодной степи, Бухары и Хорезма не сопровождаются в практической хозяйственной обстановке явлениями осолонцевания и ухудшением плодородия промываемых почв. Наоборот, промывка солончаков в этих районах сопровождается всегда повышением плодородия.

Случаи кратковременной (эфемерной), слабо выраженной солонцеватости установлены А. А. Шошиным при мелиорации солончаков Муганской опытной станции. Здесь им констатировано повышение щелочности и содержание некоторого количества обменного натрия, сопровождавшееся временным ухудшением физических свойств промываемых почв. Однако и Шошин пришел к выводу, что кратковременность и слабая степень выраженности этих явлений позволяют обойтись при промывке солончаков Мугани без гипсования, так как отмеченная солонцеватость легко ликвидируется в промывной период.

Исследованиями Л. П. Розова и А. Н. Розанова на монолитах засоленных почв Средней Азии также не отмечено случаев существенного развития солонцовых свойств в промываемых почвах.

Проведенные нами в лабораторных условиях (на воронках) опыты с солончаками Кура-Араксинской низменности, долины реки Вахш, Ферганы, Бухары и Голодной степи также не обнаружили явлений солонцеватости. При промывании солончаковых почв и солончаков Кура-Араксинской низменности на аппарате Оствальда — Антипова-Каратаева также не отмечено развития солонцеватости, хотя происходило замедление фильтрации, поскольку степень коагулированности мелкозема после промывания солончака дестиллированной водой уменьшается.

Таким образом, исследования подтверждают установленное практикой отсутствие солонцовых процессов при мелиорации солончаков методами промывок. Объясняется это тем, что в большей части природных солончаков, наряду с накоплением хлоридов и сульфатов магния и натрия, обычно отмечается большее или меньшее накопление гипса, который и обеспечивает отсутствие солонцовых явлений при искусственном рассолении солончаков. Исключение будут составлять малогипсоносные и безгипсовые хлоридно-натриевые солончаки и солончаки содовые, промывка

которых в лабораторных условиях дестиллированной водой, как пра
сопровождается развитием солонцовых явлений. Однако и здесь надо и
в виду, что в процессе промывания содовых солончаковых почв и соло
вода растворяет имеющийся в почвах углекислый кальций, способс
постепенному замещению обменного натрия кальцием на общем фон
носа карбонатов и бикарбонатов натрия.

Выше приведен пример возрастания фильтрационных свойств и у
шения щелочности в солонцово-солончаковой почве южной Муганн
с монолитами).

Лабораторные опыты на приборе Оствальда — Антипова-Кара
с солонцовыми горизонтами мильских почв также обнаруживают
медленное снижение солонцеватости и возрастания фильтрационной
собности при промывании почвы природными водами.

Все солонцеватые, солонцовые и содово-солончаковые почвы, со
жащие гипс и углекислый кальций, при промывании их даже дестилл
ванной водой, хотя и медленно, но рассолонцовываются, превращ
постепенно в несолонцеватые почвы.

Из этого общего вывода необходимо исключить лишь почвы с выс
содержанием соды, которые не будут промываться вообще вследс
ничтожной водопроницаемости. В практике орошаемого земледелия а
лютно пресные поливные и промывные воды отсутствуют. Лишь влия
атмосферных осадков на почвы может приближаться к влиянию дес
лированной воды. Но и атмосферные осадки, в отличие от дестиллиро
ной воды, содержат электролиты. Естественные же поливные воды об
обладают высоким мелиорирующим эффектом в отношении солонц
почв.

Выше было показано, что воды рек Арало-Каспийского бассейна не
значительное количество солей кальция, которые могут обеспечить по
пенную ликвидацию солонцеватости в почвах при орошении.

Такими же свойствами отличаются и воды мелких рек Азербайдж
Лабораторные опыты обнаружили, что реки Азербайджана способны
зывать сильное мелиорирующее влияние на содово-солончаковые и со
цовые почвы Кура-Араксинской низменности. Положительное влия
естественных поливных вод на солонцовые почвы при этом в 3—5, а ино
в 10—15 раз выражено сильнее, чем соответственное влияние дести
рованной воды (табл. 22).

Особенно высоким мелиорирующим влиянием на солонцовые по
в условиях лабораторных опытов отличаются воды Каркарчая и сла
минерализованные колодезные воды с концентрацией солей 1—3 г/л.

По мелиорирующему влиянию на солонцовые почвы природные во
Азербайджана можно расположить в следующем восходящем поряд
атмосферные осадки, артезианские воды Мильской степи, воды рр. Гек
чая, Куры, Аракса, Каркарчая, воды колодцев и грунтовые воды.

Таким образом, в природных поливных водах Арало-Каспийской н
менности орошаемое земледелие имеет могущественное средство мелио
ции солонцовых, солонцеватых и такырных почв. Мелиорирующий эффе
поливных вод во времени будет нарастать, так как чем больше продолж
тельность орошения, тем больше солей кальция поступает в поливн
почвы.

Роль корневых систем растений в мелиор
ции солонцовых почв. Целинная растительность в пустын
и степях Кура-Араксинской низменности ежегодно производит (в расчет
на полуметровую толщу почвы) 12—19 т/га сухой массы корней. В состав
корней преобладают (75%) корни зимне-весенних эфемеров. Системат

Таблица 22

Мелиорирующее влияние природных вод Азербайджана на содово-сульфатный солончак

Вода, взятая для фильтрации	Продолжительность фильтрации, мин.	Количество прошедшего фильтрата, мл	Скорость фильтрации, мм/мин	Химический состав фильтрата, г/л		
				CO_3	HCO_3	Cl
Дестиллированная	90	12,5	0,14	0,071	0,289	0,021
Артезианская	70	26	0,37	0,018	0,347	0,081
Аракса I	60	44	0,73	0,009	0,289	0,105
» II	34	24	0,70	0,009	0,270	0,081
» III	40	25	0,62	0,004	0,255	0,086
Куры	45	32,5	0,72	0,018	0,197	0,063
Из колодца I	2	42,0	21,0	0,013	0,531	0,369
» II	3	47	15,7	0,018	0,555	0,354
» III	3	42	14,0	0,018	0,579	0,276

ские исследования солонцовых и зональных сероземных почв установили, го решающая роль в преобразовании солонцовых почв в развитые зональные почвы принадлежит воздействию растительного покрова, прежде всего рез корневую систему последнего.

Однако процесс естественного биологического преобразования солонцов и солонцеватых почв в развитые зональные почвы в природе протекает вековой скоростью и ни в какой степени нас не может удовлетворить практике орошаемого земледелия. Усилить воздействие корневых систем а орошаемые солонцовые почвы можно при помощи правильных травольных севооборотов. Дополнительным, но также мощным средством вляется систематическое внесение органических удобрений в солонцые почвы.

Многолетние лабораторные и полевые опыты, проведенные Кура-Араксинской экспедицией (Е. П. Лагуновой), с внесением в солонцовые почвы ирвани корней естественных растений, а также люцерны и ежи сборой, обнаружили, что органические вещества и минеральные компоненты орней трав чрезвычайно интенсивно уничтожают солонцовые свойства очвы, снижая их щелочность, количество обменного натрия, улучшая одопроницаемость и обеспечивая создание водоустойчивой благоприятой структуры.

В лабораторных и полевых опытах, продолжавшихся более двух ет, были испытаны двукратные, пятикратные и десятикратные дозы оличества корней (однократная доза приравнена к годичному урожаю орневой массы). Установлено, что корни эфемеровых злаков, а также особенности ежи и люцерны при высоких дозах их внесения обеспечивают нижение pH в солонцах с 8,86 до 8,0 и уменьшение количества поглощенго натрия в лабораторных опытах с 40 до 23%, а в полевых с 22 до 8—,5% от емкости обмена. Одновременно возрастает емкость обмена на 0—45%, главным образом за счет увеличения количества обменного альция; водопроницаемость увеличивается в 8—10 раз, фильтрационная способность в 5—8 раз, а в некоторых случаях в 10—15 раз; значительо увеличивается агрономически ценная фракция структуры с диаметром грегатов 1—7 мм.

Мелиорирующее воздействие корней трав, особенно люцерны ков, обязано влиянию того органического вещества, которое об в процессе разложения корней и в процессе жизнедеятельности мик низмов. Минеральный зональный остаток корней хотя и оказыва жительное влияние на солонцы, но его роль несравненно меньше лельные исследования мелиорирующей роли золы этих же рас обнаружили столь сильного положительного эффекта, какой ха для воздействия корневых масс как таковых.

Полученные выводы полностью соответствуют учению В. Р. В. о роли травосеяния в мелиорации солонцовых почв. Правильны польные севообороты при условии получения высоких урожаев массы трав и при условии параллельного выращивания больш корней в орошаемом земледелии обеспечат в сочетании с поливн эффективную мелиорацию солонцовых и такырных почв Азерба и Туркмении на фоне плантажной вспашки без дополнительного гипса.

Высокое мелиорирующее влияние корней трав на солонцовы объясняется также продуцированием большого количества у кислоты, образующейся в процессе разложения корней. Угольная растворяя имеющийся в почвах углекислый кальций, дополнитель собствует вытеснению обменного натрия кальцием.

Мелиорация солонцовых почв. Плантаж ка мелиорации солонцов был предложен В. А. Ковда в 1934—1937 гг. П прием был апробирован в Поволжье, Крыму, на Украине, в Ту (на такырах), дав везде положительный результат. Поэтому в мелиоративных мероприятий на солонцах и такырах плантаж занимать основное место. Орошение, травосеяние и обработка обеспечат завершение коренного преобразования солонцов и в плодородные почвы.

Мелиорация солонцовых почв Арало-Каспийской низменности осуществляться дифференцированно. Искусственное дополнитель сение гипса в солонцовые почвы должно быть ограничено лишь цами содового засоления. Для этого могут использоваться широко страненные в предгорьях Азербайджана гажевые грунты, со на 90% из гипса. Естественно, что дополнительное внесение гипса ускорит мелиорацию и будет весьма полезным и при освоении (не содовых) солонцовых и солонцеватых почв.

Однако, как правило, можно считать, что большая часть солон почв низменности при их мелиорации и освоении не будет нуж в искусственном гипсовании. При их освоении можно обойтись ме рующим влиянием глубокой плантажной обработки, травосеяния ных вод.

Мелиорация и освоение солонцовых почв в основном должны ваться на использовании внутрипочвенных ресурсов кальция и на ровании соединений кальция, циркулирующих в почвенных раст поливных водах. Поэтому во всех тех случаях, когда ниже солон горизонтов в почвах имеются естественные запасы кальция в виде и извести, нелесообразно при освоении солонцов производить пл ную вспашку на глубину 40—60 см. Это позволит мобилизовать по новые запасы кальция, смешав солонцовый горизонт с известков совым.

Промывки и вегетационные поливы обеспечат необходимые рассоления осваиваемых солонцовых и такырных почв, подверг плантажу, и вместе с тем внесут дополнительные количества раство

лей кальция, которые совместно с почвенным кальцием будут обеспе- вать «самомелиорацию» солонцовых почв.

Правильное травосеяние, являющееся основным условием культур- го орошаемого земледелия, обеспечит в орошаемых почвах продукцию статочно высоких масс органического вещества, которые в свою очередь илят, закрепят и завершат процесс мелиорации солонцовых почв.

ЛИТЕРАТУРА

Акимцев В. В. Осолодение почв в Восточном Закавказье. «Почвоведение», № 1, 1937.

Алекин О. А. Гидрохимия рек СССР. Ч. II, 1948; ч. III, 1949.

Антипов-Каратаев И. Н. Опыт применения фильтрационного метода к изучению факторов дисперсности почв. Тр. ЛОВИУА, № 11, 1930.

Антипов-Каратаев И. Н. О химической мелиорации солонцов и солонцеватых почв. «Тр. Майской сессии АН СССР 1935 г.». М., 1936.

Антипов-Каратаев И. Н., Филиппова В. Н., Комарова Н. А. Исследования по влиянию орошения на солевой состав и физико-химические свойства почв. «Тр. комиссии по ирригации АН СССР», № 4, 1935.

Архангельский А. Д. и Залмансон Э. С. Несколько слов о диагенезе морских глинистых отложений. «Докл. АН СССР», 1930.

Архангельский А. Д. и Залмансон Э. С. Сравнительное литологическое исследование по вопросу о происхождении подземных вод Грозненских нефтяных месторождений. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир.», т. IX (3—4), 1931.

Ализняк Е. В. и Никольская В. М. Гидрология и водные исследования. 1946.

Вильямс В. Р. Почвоведение. М., 1940.

Волобуев В. Р. О некоторых вопросах теории промывок засоленных почв. «Почвоведение», № 5, 1941.

Волобуев В. Р. Засоление почв в Азербайджане в естественно-историческом и мелиоративном освещении. Баку, 1948.

Волобуев В. Р. Промывка засоленных почв. Баку, 1948.

Волобуев В. Р. О генетических формах солонцеватости почв Кура-Араксинской низменности. «Докл. АН АзербССР», 1950.

Герасимов И. П. и Иванова Е. Н. Процесс континентального соленакопления в почвах, породах, подземных водах и озерах Кулундинской степи. «Тр. Почвенного ин-та имени Докучаева», т. IX, 1934.

Герасимов И. П. и Иванова Е. Н. О географических типах солевого баланса и формах солеобмена в коре выветривания. «Пробл. физ. геогр.», в. III, 1936.

Иванова Е. Н. Генезис и эволюция засоленных почв в связи с географической средой. Почвы СССР, т. I, М.—Л., изд. АН СССР, 1939.

Ильинский В. П. Сборник работ по гидрохимии Кара-Бугазского залива Каспийского моря. М.—Л., 1936.

Ковда В. А. Новые данные о происхождении солонцов Заволжья в связи с их орошением и мелиорацией. 1936.

Ковда В. А. Водносолевой режим почв центральной части Каспийской равнины. «Тр. конф. по почвовед. и физиол. культурных растений», т. I. Саратов, 1937.

Ковда В. А. Солончаки и солонцы. М.—Л., 1937.

Ковда В. А. О мелиорации солонцов Каспийской низменности методом плантажа. «Пробл. сов. почвов»., сб. 6, М.—Л., 1938.

Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Ч. 1. М.—Л., 1946; ч. II, 1947.

Ковда В. А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-западная часть). М.—Л., 1950.

Лопатин Г. В. Твердый сток рек СССР как показатель эрозионной деятельности поверхностных вод. «Тр. по гидрол.», в. II. Л., 1936.

Лопатин Г. В. Твердый сток рек бассейна Каспийского моря. 1948.

Лопатин Г. В. Роль речных наносов в осадкообразовании Аральского моря. В кн. «Тр. лабор. озероред.», т. I. М.—Л., 1950.

Лопатин Г. В. О формировании стока взвешенных наносов. «Метеор. и гидрол.», № 1, 1951.

Малыгин В. С. Глубокий закрытый дренаж. Ташкент, 1939.

Полынов Б. Б. Определение критической глубины залегания уровня а... щей почву грунтовой воды. «Изв. сектора гидротехн. и гидротехн. сооруж.», Л., 1930.
Полынов Б. Б. и Быстров С. В. Об изменении растворов солей, ... лирующих в почвах. «Почвоведение», № 3, 1932.
Полынов Б. Б. и Философов Б. И. Об изменении растворов при... лярном поднятии их в почвах и грунтах. «Изв. Научно-мелиорац. ин-та», 1930.
Преображенский А. С. Изменение солевого режима почв подгорно... на Мильской степи в результате искусственного орошения. «Докл. АН Азерб... т. II, № 8, 1946.
Приклонский В. А. Гидрогеологический очерк Мильской степи. ... риалы к общей схеме использ. водн. ресурсов Кура-Араксинского басс., Тифлис, 1930.
Приклонский В. А. Гидрогеологический очерк низменности Вос... Закавказья. «Матер. к общей схеме использ. водн. ресурсов Кура-Аракс... в. 6. Тифлис, 1932.
Приклонский В. А. Формирование грунтовых вод в засушливых обла... примере Кура-Араксинской низменности. «Изв. АН СССР, серия геол.», 1946.
Ратнер Е. И. О физиологическом значении солонцеватости почвы и ... рующей роли корневых систем растений на солонцах. «Почвоведение», № 1944.
Ратнер Е. И. Минеральное питание растений и поглотительная спосо... почв. М., 1950.
Розанов А. Н. Материалы к вопросу о засоленных почвах Средней Аз... «Хозяйств. освоение в пустыне». Ташкент, 1934.
Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., 1936.
Тюремнов С. И. Почвенно-грунтовые условия соляного участка Джа... ской опытной станции и его засоление. М., 1928.
Тюремнов С. И. Общий очерк солончаков Восточного Закавказья. «Тр. ... с.-х. ин-та», т. VI, Краснодар, 1929.
Федоров Б. В., Малахов В. и Федорова Е. Засоленные земл... ганы и их мелиорация. М.— Ташкент, 1934.
Франциссон В. А. Новые данные о солонцовом процессе почвообразо... «Хим. соц. землед.», № 5, 1923.
Чижевский М. Г. К вопросу о биологической мелиорации засоленны... «Почвоведение», № 3, 1939.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

А. Н. РОЗАНОВ

ЗОНАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ РАВНИН И ПРЕДГОРИЙ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

К ИСТОРИИ ВОПРОСА

В вопросе о зональных типах почв равнинных и предгорных областей Кура-Араксинской низменности большинство авторов придерживалось до последнего времени схемы Захарова (1936), различавшего в качестве зональных типов светлоземы, сероземы, бурые и каштановые почвы. Почти к тому же сводилась схема Ножина (1930), выделявшего в Мильской степи зоны сероземов, каштаново-бурых и каштановых почв, причем в первой он выделял не собственно сероземы, а серо-бурые и бурые почвы. Волобуевым, Салаевым и Клопотовским (1945) на территории Кура-Араксинской низменности указываются зоны сероземов, бурых пустынно-степных почв и каштановых почв.

Нужно сказать, что достаточного обоснования для выделения этих зон нет. Приводились лишь отдельные данные о некотором тождестве условий почвообразования (климата, растительности и др.) здесь с условиями, характерными для других пустынно-степных и сухостепных областей СССР. Указывалось на некоторую общность почв рассматриваемых частей Кура-Араксинской низменности с зональными почвами пустынных, пустынно-степных и сухостепных областей Средней Азии, Казахстана и Юго-Восточной Европы. Но такого рода аналогии далеко не всегда позволяли самим авторам утверждать эту тождественность.

Так, Тюремнов (1927), указывая на довольно близкие климатические условия (по количеству осадков и температуре воздуха) Кура-Араксинской низменности с равнинными и предгорными районами Средней Азии, проявил все же неуверенность в решении вопроса о принадлежности зональных почв этой низменности к сероземам. Эта неуверенность выразилась в следующих его словах. «Таким образом, о с н о в н ы м зонально-климатическим типом нашей области мы с к о р е е в с е г о (подчеркнуто мною.— *А. Р.*) можем считать серозем» (стр. 30). Говоря о некоторых разновидностях каштановых почв (слитых), он указывал, что эти «почвы... представляют своего рода species nova почвенного царства, которую непосредственно нельзя отождествить ни с одной из известных уже почвенных разностей; в их названии отмечена одна черта их морфологии (слитость); принадлежность же собственно к каштановому типу почв может вызвать некоторое сомнение» (стр. 38). Далее, описывая темные сероземы Кура-Араксинской низменности, он указывал, что по содержанию гумуса они «значительно

превосходят светлокаштановые» (стр. 49) и мало отличаются от посл
по распределению углекислоты, что также указывает на некоторы
дифические особенности почв, выделяемых им как темные серозем

Захаров (1936) в своей классификации почв бассейна Куры и А
вынужден был, помимо приведенного им большого списка серозе
бурых и каштановых почв, дополнительно ввести много новых наз
почв, например «серо-каштановые» (стр. 48), «коричнево-серые» (стр.
«серо-коричневые» (стр. 131, 132), «коричневатые сероземы (буро-к
невые по терминологии Л. А. Ножина)» (стр. 293), «каштаново-бу
(стр. 285), «серо-бурые» (стр. 285) и др., оставляя генетическое содерж
этих названий нераскрытым.

Сабашвили (1948), выделяя в Грузии каштановые почвы, писал,
они имеют «облик, несколько отличающийся от каштановых почв
юго-востока СССР» (стр. 165), говоря в то же время об «одинаковом
тере каштановых почв Грузии с каштановыми почвами других ра
Союза в отношении условий их залегания, комплексности с солон
тыми почвами, зональности и др.» (стр. 168).

Недостаточная разработанность рассматриваемого вопроса пр
к тому, что некоторые исследователи проявили неустойчивость в
взглядах, то отрицая, то признавая существование в Кура-Аракси
низменности сероземов и бурых пустынно-степных почв, не подве
однако, сомнению правильность выделения зоны каштановых поч

Одним из существенных результатов новейших почвенно-геог
ческих исследований в Кура-Араксинской низменности явилось уст
ние из указанного выше ряда зональных почвенных образований б
пустынно-степных почв, которые стали причисляться к сероземным
лобуев, Секирин) или к сероземно-бурым по терминологии А. С. Пр
женского, причем последний считал их за почвенные образования,
чающиеся как от сероземов, так и от бурых пустынно-степных
Фридланд (1951) также подверг сомнению существование в вост
Закавказье бурых пустынно-степных почв.

Крупные изменения произошли в последние годы и в трактовке ге
ческого положения сероземных и каштановых почв. После нашего пр
рительного сообщения в августе 1949 г. в секторе геогрфии почв Инст
агрохимии и почвоведения Академии наук Азербайджанской СС
тему данной статьи эти почвы стали выделяться как сероземы и ка
новые почвы Восточно-Закавказской провинции (Волобуев и Ковда,

В последнее время сероземы Азербайджана (Волобуев и Секи
называют «коричневатыми сероземами»[1], а некоторые разновид
последних описаны Волобуевым (1951) как «светло-коричневые су
пические почвы».

Вполне естественно, что такая неустойчивость во взглядах на сист
тику зональных почв в Кура-Араксинской низменности создает боль
неудобства при почвенно-мелиоративных и почвенно-географических и
дованиях и нуждается в устранении.

В настоящее время накопились значительные материалы, позво
щие подвергнуть существующие представления о зональных типах
рассматриваемой территории специальному рассмотрению и вынести б
определенные суждения по данному вопросу. К числу этих материало
носятся результаты почвенно-географических исследований в 1949—195
Кура-Араксинской экспедицией Почвенного института АН СССР, охва

[1] Как было указано, это название применял к некоторым почвам еще Зах
(1936) на основании присущего им коричневатого оттенка в окраске.

ших почти все главные природные районы равнинного, предгорного и низкогорного Азербайджана и частично Восточной Грузии. Краткое изложение итогов этих исследований содержит настоящая работа.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ РАВНИН И ПРЕДГОРИЙ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В результате произведенных исследований выяснилось, что почвы рассматриваемой территории, ранее относившиеся к сероземам, бурым и каштановым, не носят в совокупности тех типических черт, которые свойственны таким почвам в коренных областях их распространения — в Средней Азии, Центральном и Западном Казахстане, Нижнем Поволжье и др.

Так, почвы, выделяемые в Кура-Араксинской низменности, как бурые, отличаются от типичных бурых пустынно-степных почв Заволжья и Западного Казахстана повсеместной карбонатностью с поверхности, в полтора-два раза большей мощностью почвенных профилей и гумусовых горизонтов и часто отсутствием солонцеватости.

Для сероземов Средней Азии характерна общая слабая дифференцированность почвенного профиля по гумусу, оструктуренности, уплотненности и другим признакам. Также типично явление так называемого скрытого оглинения, т. е. вскрываемого анализами, но очень слабо прослеживаемого морфологически (Розанов, 1949, 1951). Все же исследованные нами почвы, называвшиеся в Кура-Араксинской низменности сероземами, отчетливо выделяются дифференцированностью своего профиля по указанным признакам, морфологически ясно выраженной оглиненностью средней его части, ореховато-комковатой структурой, относительно большей гумусностью и другими признаками.

Каштановые почвы Поволжья и Казахстана характеризуются как почвы не вскипающие в гор. А, сравнительно маломощные (60—70 см), с мелкокомковатой структурой, переходящей в комковатую и комковато-призмовидную в нижней части профиля; несолонцеватые их разновидности почти не дифференцированы по механическому составу. Между тем все почвы рассматриваемой территории, которые принято было относить к каштановым, выделяются значительно большей мощностью своих профилей по гумусу и по карбонатным выделениям, нередко распространяющимся до глубины 1,5—2 м. Кроме того, они характеризуются карбонатностью с поверхности, резко выраженной оглиненностью средней части профиля, ореховато-комковатой структурой, переходящей местами, вследствие сильной оглиненности, в комковато-призмовидную и даже комковато-глыбистую.

В табл. 1 приведены сопоставления типовых описаний зональных почв Кура-Араксинской низменности с сероземами Средней Азии, бурыми пустынно-степными и каштановыми почвами Нижнего Поволжья.

Из рис. 1 видно, что особенности зональных почв Кура-Араксинской низменности находят отражение в характере распределения по почвенному профилю гумуса, карбонатов и тонких фракций (<0,001 мм). Так, например, отчетливо вырисовывается, что «бурые» почвы здесь отличаются от бурых почв Нижнего Поволжья высокой карбонатностью с поверхности при наличии резко выраженного карбонатно-иллювиального горизонта. Характерно также повышенное содержание в средней части профиля илистой фракции, хотя один из анализированных разрезов (разр. 34) не был солонцеватым, каковыми являются почти все бурые почвы Прикаспийской низменности.

Таблица

Сопоставление строения почвенных профилей зональных почв Кура-Араксинской низменности с сероземами Средней Азии, бурыми пустынно-степными и каштановыми почвами юго-востока европейской части СССР

Сероземы обыкновенные (типичные, по Неуструеву). По данным Богдановича, Клавдиенко, Розанова		Разр. 14, 8, 1Р, 1949, и др. Средние подгорных равнин Малого Кавказа (по прежних исследователей)	
A_1 0—4(7) см	Дерновый, светлосерого цвета, чешуйчато-пластинчатый.	A_1 0—4(5) см	Слабозадернованный ровато-серый, пласт слоеватый.
A_2 4(7)—15(20) см	Светлее предыдущего, мелкокомковатый, много ходов землероев.	A_2 4(5)—20 см	Серовато-бурый, ный, мелкокомк много корней.
B_1 15(20)—32(60) см	Светлосеровато-палевый, с слабым буроватым оттенком, слабокомковатый, сильно перерыт дождевыми червями и жуками (дырчатый), с плесневидными выделениями извести.	B_1 20—35(45) см	Светлосеровато-бур более плотный и т по механическому с мелкоореховато-ком тый, с червороинам бодырчатый) с карбо плесенью, переход карбонатную белоз
B_2 32(60)—70(100) см	Палевый с исчезающим с глубиной сероватым оттенком, рыхловатого сложения, с довольно большим количеством выделений извести в виде белых пятен (белоглазки) и конкреций; ходы дождевых червей и копролиты.	B_2 35(45)—80(85) см	Палево-светлобурый более тяжелый и пл ореховато-комковат обильной карбонат логлазкой.
		B_3 80(85)—103(108) см	Буровато-палевый, тяжелый по механ составу, комковат крупной, но довол кой карбонатной глазкой, единичны землероев.
C_1 с глубины 70 (110) см	Материнская порода—лесс или лессовидные отложения, иногда с глубины 100—150 см появляется гипс. Вскипание от HCl бурное с поверхности.	C_1 103(108)—125 см	Светлобуровато-па слабокомковатый с плывчатыми карбон пятнами.
		C_2 125—140 см	То же, но с выдел гипса. Вскипание от поверхности.

Бурые пустынно-степные почвы Прикаспийской низменности (по Щеглову)		Разр. 11 и 34Р, 1949. Нижние и средние подгорных равнин Малого Кавказа пустынно-степные почвы и светлые прежних исследователей)	
A 0—7(12) см	Серый и желтовато-серый, без ясной слоеватости, мягкий, мучнистый.	A_1 0—4(5) см	Слабозадернованный ровато-светлосерый, вато-слоеватый.
B_1 7(12)—11(17) см	Светлее предыдущего, иногда буроватый, плотнее верхнего, комковатый.		
B_2 11(17)—30(50) см	Палево-желтый, уплотненный, сцементированный известью, с пятнами карбонатных выделений, книзу рыхлый.		

Таблица 1 (продолжение)

Бурые пустынно-степные почвы Прикаспийской низменности (по Щеглову)		Разр. 11 и 34Р, 1949. Нижние и средние части подгорных равнин Малого Кавказа (бурые пустынно-степные почвы и светлые сероземы прежних исследователей)	
B_3/C С глубины 30/50 см	Более рыхлый, сильно карбонатный с жилками сернокислых солей (гипса и др.)	A_2 4(5)—20 см	Коричневато-светлосерый с корнями, книзу плотный, мелкокомковатый с карбонатными выделениями в средней части слоя.
	Вскипание от HCl с 10 см.	B_1 20—30 см	Светлосеровато-буроватый, с коричневым оттенком, более тяжелый и плотный, ореховато-комковатый, с карбонатной белоглазкой.
		B_2 30—55(60) см	Палево-буроватый с сероватым оттенком, плотный, ореховато-комковатый с обильной карбонатной белоглазкой.
		B_3 55(60)—70(78) см	Палево-бурый, ореховато-комковатый, с меньшим количеством карбонатной белоглазки.
		C_1 70(78)—85(100) см	Палево-бурый или буровато-палевый, с редкой карбонатной белоглазкой и выделениями гипса.
			Вскипание от HCl с поверхности.

Светлокаштановые почвы, Сталинградская область (разр. XII, Димо, 1907)		Разр. 6 Р, 1949. Верхняя часть подгорной равнины Малого Кавказа (светлокаштановые почвы прежних исследователей)	
A_1 0—4(6) см	Серовато-палево-каштановый, книзу темный, тонкослоеватый.	A_1 0—14 см	Бывший пахотный. Буровато-серый, комковатый.
A_2 4(6)—10(12) см	Буровато-каштаново-серый, книзу темный, горизонтально слоеватый, неясно зернистый.	A_2 14—25 см	То же, с коричневым оттенком, местами комковатого сложения, ходы землероев, более тяжелый, комковатый.
B_1 10(12)—23(28) см	Каштаново-бурый, плотный, крупно-комковатый, вертикально трещиноватый.	B_1 25—56 см	Серовато-бурый, с коричневатым оттенком, более тяжелый по механическому составу, чем предыдущий, и плотний; слаботрещиноватый, ореховато-комковатый с призмовидностью, обильные выделения известковой плесени.
B_2 23(29)—42(48) см	Менее плотный, пятнистый по окраске, трещиноватый.		
C_1 42(48)—70 см	Обычная глина с пятнами и конкрециями карбонатов на глубине 50—70 см.	B_2 56—75 см	Серовато-палево-бурый, несколько менее тяжелый, чем предыдущий, комковатый, с карбонатной плесенью и белоглазкой.
	С 90 см — глинистый песок. На глубине 190—215 см — крупные стяжения $CaCO_3$, внутри которых	B_3 75—104 см	Палево-бурый со слабым сероватым оттенком, менее

Таблица 1 (оконча

Темнокаштановые почвы Нижнего Заволжья (разр. 26, Антипов-Каратаев и Филипова, 1937)		Разр. 14 и 21 Р., 1950. Верхняя часть ной равнины Малого Кавказа и пр Большого Кавказа (темнокаштановые прежних исследователей)	
	гипс. С 215—234 см обильные выделения гипса. Вскипание от HCl с глубины 35 см.	C_1 104—135 см	плотный, комковатый, бонатными выделени Буровато-палевый, кими жилками карб почти бесструктурны Вскипание от HCl верхности.
A_1 0—15 см	Пахотный, каштановый, неплотно комковатый.	A_1 0—10(15) см	Серый с коричнева оттенком мелко- и к комковатый.
A_2 15—35 см	Бурый, комковатый, ореховатый.	A_2 10(15)—20(33) см	Коричневато-серый, лее тяжелый и пл трещиноватый, комк глыбистый, распада ся на ореховато-ко тые отдельности.
B_1 35—65 см	Неоднородной окраски, с каштановыми гумусовыми полосами, уплотненный, комковатый.		
B_2 65—105 см	Темнобурый с темными языками гумусовых веществ, плотный, глыбистый, с выделением карбонатов кальция.	B_1 20(33)—40(50) см	Серовато-буровато-р невый, языковатый, более тяжелый и пл почти слитный, тре ватый, глыбисто-ко тый, крупнокомко или призмовидно стый, с карбонатной сенью или белоглаз
C_1 105—150 см	Темнобурый, уплотненный, отдельные пятна карбонатов и редкие прожилки сульфатов.		
C_2 150—190 см	Темнобурый менее уплотненный, лессовидный, с мелкими жилками сульфатов.		
C_3 190—250 см	Желто-бурый, слабые скопления гипса. Вскипание от HCl с глубины 36 см.	B_2 40(50)—75(109) см	Коричневато-буроват с серым оттенком, н родной окраски, пр виднокомковатый с п натной белоглазкой, т ный и менее тяжелы механическому сос чем предыдущий.
		B_3 75(109)—110(125) см	Серовато-коричневат левый, еще менее тяж и плотный, ореховато коватый, с обильны делением карбонатно логлазки и мучнистых лений извести.
		B_4 110(125)—165 см	Палево-буроватый, л легкий по механичес составу, с большим ко ством карбонатной б глазки.
		C_1 165—195 см	Светлобурovато-палев слабокомковатый с б редкой карбонатной б глазкой.
			Вскипание от HCl с бины 20—35 см.

Сероземы Средней Азии и соответствующие им почвы Кура-Араксинской низменности объединяет один общий признак — всеобщая и значительная карбонатность с поверхности. Однако карбонатный профиль таких почв Кура-Араксинской низменности резче выражен, чем в сероземах Средней Азии. Характерна также большая гумусность и значительно более оглиненный характер всего профиля, особенно средней его части.

Почвы Кура-Араксинской низменности, называющиеся каштановыми, отличаются от каштановых почв юго-востока европейской части СССР карбонатностью с поверхности или в гор. A_2 (темные разновидности) и еще более резко выраженным, чем в несолонцеватых каштановых почвах

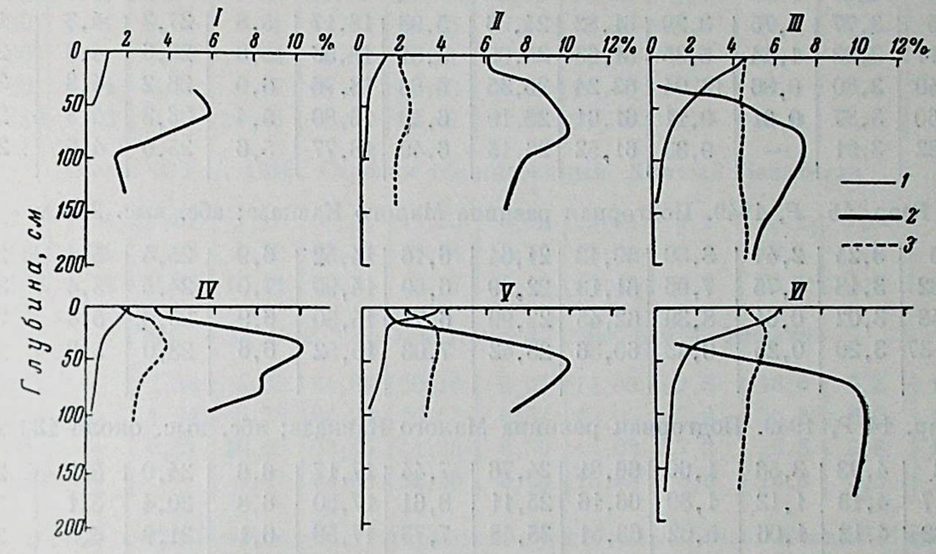


Рис. 1. Главные особенности почвенного профиля зональных почв Кура-Араксинской низменности, Нижнего Поволжья и Средней Азии.

I — бурая пустынно-степная почва. Прикаспийская низменность (Щеглов, 1930), разр. 14 Р; *II* — серозем обыкновенный. Средняя Азия (Розанов, 1951), разр. 5Р; *III* — темнокаштановая почва. Нижнее Заволжье (Прасолов и Антипов-Каратаев, 1939), разр. 26К; *IV* — светлая серо-коричневая почва. Средняя часть подгорных равнин Малого Кавказа, разр. 34Р; *V* — Обыкновенная серо-коричневая почва. Средняя часть подгорных равнин Малого Кавказа, разр. 14Р; *VI* — коричневая кустарниковая сухостепная почва. Предгорья Большого Кавказа, разр. 21Р: *1* — процент гумуса; *2* — процент CO_2; *3* — процент частиц < 0,001 мм в пересчете на безгумусовое и бескарбонатное вещество. Для кривой, обозначающей процент частиц < 0,001 мм, один процент на чертеже равен 10% в натуре.

Поволжья, оглинением профиля, достигающего максимального своего выражения в средней части профиля. По содержанию же гумуса они не только уступают последним, но даже характеризуются более развитыми и мощными гумусовыми горизонтами (рис. 1).

Для выяснения других особенностей почвообразования в Кура-Араксинской низменности сопоставим данные химических исследований ее зональных почв и почв других областей.

В табл. 2 приведены результаты такого сравнения. Зональные почвы Кура-Араксинской низменности, представленные разрезами 34, 15, 14, 6, 21, ранее относившиеся к светлым сероземам (разр. 34), бурым пустынно-степным почвам и типичным сероземам (разр. 15 и 14), светлокаштановым (разр. 6) и к темнокаштановым (разр. 21) почвам, по валовому химическому составу существенно отличаются от сероземных, бурых и каштановых почв коренных районов их распространения. В общем виде это различие заключается в том, что зональные почвы Кура-Араксинской низменности имеют

Таблица

Сокращенные данные валовых анализов почв на мелкоземистых материнских породах

Глубина образца, см	Гигроскопическая влага, %	Гумус, %	CO_2, %	в % на безгумусовую и бескарбонатную навеску: SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Частицы
Зональные почвы Кура-Араксинской низменности											
Разр. 34 Р, 1949. Подгорная равнина Малого Кавказа; абс. выс. 78 м											
0—5	3,77	1,75	3,29	61,82	24,96	5,98	18,17	5,8	27,3	4,8	
7—17	3,83	1,44	5,35	61,63	25,05	5,81	18,36	5,8	28,6	4,8	
30—40	3,80	0,86	12,04	63,24	26,35	6,68	18,76	6,0	26,2	4,8	
50—60	3,87	0,61	9,11	61,61	26,19	6,50	18,80	5,4	26,3	4,5	
72—82	3,91	—	9,33	61,52	26,15	6,49	18,77	5,6	25,0	4,6	
Разр. 15 Р, 1949. Подгорная равнина Малого Кавказа; абс. выс. 200 м											
0—5	3,25	2,41	3,89	59,13	21,64	6,16	14,52	6,9	25,4	5,4	
22—32	3,18	0,75	7,96	61,13	22,59	6,59	14,90	7,0	24,5	5,4	
38—48	3,02	0,61	8,39	62,45	22,99	6,71	15,30	6,9	25,0	5,4	
127—137	3,20	0,25	6,43	60,36	23,42	7,03	15,52	6,6	23,0	5,2	
Разр. 14 Р, 1949. Подгорная равнина Малого Кавказа; абс. выс. около 130											
0—3	4,93	3,56	1,60	66,81	24,76	7,44	17,17	6,6	24,0	5,2	
12—17	4,13	1,12	1,89	66,16	25,11	8,61	17,50	6,8	20,4	5,1	
22—32	4,12	1,06	5,02	63,51	25,48	7,75	17,58	6,1	21,9	4,8	
50—60	2,91	0,99	7,21	60,28	26,33	7,16	18,94	5,4	28,5	4,6	
90—100	3,02	0,17	7,30	64,33	26,04	8,57	17,47	6,3	20,2	4,8	
Разр. 6 Р, 1949. Подгорная равнина Малого Кавказа; абс. выс. 160 м											
5—10	4,19	2,49	4,03	59,50	23,66	7,21	15,48	6,5	21,9	5,0	
35—45	4,57	1,19	6,61	58,81	24,21	7,52	15,41	6,5	20,9	4,9	
80—90	5,18	0,89	6,61	58,24	24,77	7,80	15,71	6,3	19,9	4,8	
110—120	4,10	0,81	6,55	57,75	24,77	7,88	15,61	6,3	19,2	4,7	
Разр. 14 Р, 1950. Подгорная равнина Малого Кавказа; абс. выс. около 10 м											
0—15	4,27	3,04	0,97	62,03	25,36	7,93	16,57	6,4	20,9	4,9	
15—25	4,52	2,58	0,70	64,65	25,85	9,29	15,67	7,0	18,6	5,1	
35—45	4,47	1,88	3,87	64,36	26,13	7,06	18,23	6,1	24,0	4,3	
60—70	3,47	0,63	9,68	64,40	26,40	7,71	17,86	6,1	22,3	4,8	
90—100	3,51	0,49	7,66	64,60	25,78	8,69	16,24	6,7	20,0	5,2	
115—125	3,61	0,39	7,74	63,48	26,64	8,63	17,14	6,3	19,5	4,8	
Разр. 21 Р, 1950. Предгорья Большого Кавказа; абс. выс. около 300 м											
0—10	4,97	5,93	0,53	64,85	26,49	7,71	17,97	6,1	22,6	4,8	
30—40	5,46	1,80	0,97	64,12	26,43	8,06	17,61	6,2	21,4	4,8	
60—70	4,18	0,91	8,18	63,16	25,74	9,76	15,26	7,0	17,3	5,0	
95—105	3,58	0,73	10,38	60,85	24,75	7,73	16,11	6,4	21,2	4,9	
170—180	3,49	0,40	9,42	55,71	22,56	6,82	14,85	6,4	22,0	4,9	

Таблица 2 (продолжение)

Глубина образца, см	Гигроскопическая влага, %	Гумус, %	CO_2, %	в % на безгумусовую и бескарбонатную навеску: SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Частицы <0,001 мм, %
Сероземная зона Средней Азии											
Разр. 46 Р, 1936. Серозем светлый. Южный Казахстан											
0—10	1,84	2,23	6,84	70,04	20,13	6,09	13,12	9,1	30,6	6,6	17,0
12—22	1,60	1,00	7,83	69,97	20,41	6,09	13,42	8,8	30,6	6,5	19,2
30—40	1,41	0,52	8,71	69,77	20,43	6,27	13,30	8,8	29,7	6,5	19,0
50—60	1,41	0,48	9,44	69,52	20,21	6,09	13,30	8,8	30,0	6,5	18,5
70—80	1,44	0,31	9,97	69,27	20,33	6,09	13,48	8,7	30,4	6,4	—
100—110	1,23	0,22	10,40	70,68	19,69	6,53	12,38	9,7	29,0	6,8	—
Разр. 333 Н, 1910. Серозем обыкновенный. Южный Казахстан											
0—7	1,34	1,61	5,10	68,41	19,23	6,02	19,98	9,1	30,2	7,0	—
8—15	1,31	1,08	5,52	68,80	19,74	6,26	13,21	9,0	30,1	7,0	—
90—100	1,44	0,23	10,31	69,24	19,97	6,40	13,43	8,8	28,4	7,1	—
Разр. 5 Г, 1942. Серозем темный. Северный Узбекистан											
0—9	—	—	2,34	5,62	64,84	20,16	6,07	14,09	7,8	28,6	6,2	15,1*
9—15	—	—	1,94	6,78	64,98	20,57	6,52	14,05	7,8	26,3	6,0	17,2*
45—55	—	—	0,51	10,08	63,45	21,38	6,35	15,03	7,2	26,8	5,6	17,2*
120—130	—	—	—	9,27	64,69	22,56	6,63	15,93	6,9	26,8	5,5	19,1*
Разр. 162 II, 1942. Темносерая кустарниково-сухостепная почва. Южный Казахстан											
0—15	2,92	3,03	0,24	68,70	22,28	6,03	16,25	7,2	30,6	5,8	—
25—35	3,23	2,29	0,14	68,79	23,25	6,59	16,66	7,0	28,0	5,3	—
55—65	3,41	1,55	4,38	70,10	22,88	6,61	16,27	7,3	27,9	5,8	—
90—100	—	1,17	7,14	68,90	23,43	6,88	16,55	7,1	26,5	5,6	—
130—160	2,20	0,52	13,95	70,43	22,57	6,83	15,74	7,7	27,5	5,8	—
Бурые пустынно-степные почвы											
Разр. 626 Щеглов. Бурая пустынно-степная почва северной части Ергений											
0—10	2,33	2,54	0,01	74,42	14,36	3,84	10,46	12,2	51,0	10,0	—
16—28	2,86	1,83	0,03	69,82	21,66	5,93	15,71	7,6	32,6	6,1	—
42—52	4,29	0,79	1,74	69,12	22,49	5,70	16,64	7,0	31,4	6,3	—
87—92	3,16	0,29	5,24	66,81	20,96	5,52	15,30	8,0	34,5	6,7	—
Разр. 10 Р. Бурая пустынно-степная почва. Центральный Казахстан											
0—4	—	—	1,40	8,80	72,32	17,08	1,84	15,24	8,5	106,0	7,5	—
5—15	—	—	—	6,16	66,71	17,13	2,08	15,05	7,5	85,5	6,9	—
25—35	—	—	—	2,11	68,75	20,53	1,94	18,59	6,3	95,5	5,9	—
Каштановые почвы Нижнего Поволжья											
Разр. 161 Е. Светлокаштановая слабосолонцеватая почва											
0—9	—	—	—	—	—	—	—	—	12,6	47,8	11,5	—
12—20	—	—	—	—	—	—	—	—	9,1	32,3	7,1	—
22—32	—	—	—	—	—	—	—	—	8,4	25,5	6,5	—
55—65	—	—	—	—	—	—	—	—	9,2	30,9	7,1	—

Таблица 2 (окончание)

Глубина образца, см	Гигроскопическая влага, %	Гумус, %	CO_2, %	SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	
				в % на безгумусовую и бескарбонатную навеску							
Разр. 26 А—К. Темнокаштановая почва. Ершовский стационар											
0—15	5,50	4,18	Нет	68,72	20,18	4,53	15,52	7,5	40,7	6,7	
15—25	5,38	3,15	»	68,61	20,32	4,80	15,36	7,6	37,7	6,3	
25—35	5,64	2,65	0,32	68,79	20,21	4,90	15,06	7,8	37,7	6,5	
35—60	4,87	1,93	4,27	68,92	18,52	5,61	12,77	9,1	32,5	7,1	
65—85	4,43	0,89	6,87	69,92	19,91	6,02	13,66	8,4	30,4	6,6	
85—105	3,26	0,48	7,93	68,30	19,99	6,05	13,72	8,0	30,3	6,3	
130—150	4,59	0,34	6,03	69,30	18,44	5,94	12,28	8,9	30,2	6,9	

Примечания. 1. Анализы разр. 34, 15, 14, (1950 г.), 6 и 21 произ... Р. А. Калашниковой, разр. 14 — Е. А. Чакветадзе в лаборатории генезиса и мелио... засоленных почв Почвенного института АН СССР.

2. Данные содержания частиц <0,001 мм приведены в величинах, пересч... ных на безгумусовое и бескарбонатное вещество. В горизонтах, отмечен... количество частиц < 0,001 мм определялось в образцах, обработанных Na... а во всех остальных случаях — в декальцинированных HCl и пептизированных...

более низкие величины молекулярных отношений кремнезема к ... Fe_2O_3 и R_2O_3, чем у всех других почв, с которыми они аналогизиров... (табл. 3).

Таблица ...

Отношение SiO_2 к Al_2O_3, Fe_2O_3 и R_2O_3 по данным валовых анализов поч... на мелкоземистых материнских породах

Почвы	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Част... <0,001 м...
Зональные почвы Кура-Араксинской низменности	5,4—7,0	17,3—28,6	4,3—5,4	16—...
Сероземы Средней Азии	6,9—9,7	26,3—30,6	5,3—7,1	15—...
Бурые пустынно-степные почвы Казахстана и Ергеней	6,3—12,2	31,4—166,0	5,9—10,0	—
Светлокаштановые почвы Нижнего Поволжья и Казахстана . .	8,4—12,6	25,0—47,8	6,5—11,5	—
Темнокаштановые почвы Нижнего Заволжья	7,5—9,1	30,2—40,7	6,3—7,1	27—...

Ближе всего зональные почвы Кура-Араксинской низменности под... дят в этом отношении к сероземам, выделяясь от последних более уз... ми отношениями указанных окислов и сильно выраженной оглиненност... превышающей оглиненность в сероземах нередко в два-три раза.

Бурые пустынно-степные и каштановые почвы Поволжья и Казахст... имеют значительно более широкие отношения указанных окислов, ... соответствующие им зональные почвы Кура-Араксинской низменно... и также относительно меньше оглинены, хотя профиль их по механич... му составу в солонцеватых разновидностях резко дифференцирован, т...

Таблица 4

Сокращенные данные валовых анализов почв на плотных породах

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Гумус, %	CO_2, %	SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Частиц <0,001 мм, %
				в % на безгумусовую и бескарбонатную навеску							
Зональные почвы Кура-Араксинской низменности											
Разр. 18 Р, 1950. На элювии-делювии осадочных пород акчагылского возраста. Баба-Занан											
0—5	2,43	1,98	0,88	67,57	21,78	6,07	14,88	7,2	29,8	6,1	13,5
10—20	3,54	1,11	1,06	64,48	24,89	7,32	16,70	6,5	23,5	5,1	22,4
45—55	2,68	0,42	9,94	65,10	23,63	7,42	15,74	7,1	23,2	5,4	32,8
105—115	4,11	—	5,90	60,87	24,48	7,16	16,55	6,2	22,5	4,9	36,7
Разр. 27 Р, 1949. На элювии известняковых глинистых сланцев акчагылского возраста. Предгорья Большого Кавказа; абс. выс. около 200 м											
0—7	4,36	4,01	6,73	60,36	23,21	7,40	15,38	6,6	21,9	5,1	40,5
26—36	3,70	1,54	9,96	60,00	24,17	7,30	16,55	6,3	21,7	4,9	45,6
50—60	3,10	0,65	8,16	59,96	26,10	6,54	17,98	5,9	24,0	4,7	46,4
Порода	0,02	—	22,02	60,21	11,58	4,89	5,50	18,6	33,0	11,9	—
Разр. 4 Р, 1949. На элювии меловых известняков. Предгорья Малого Кавказа. Абс. выс. 400 м											
0—5	3,87	4,40	8,50	60,13	23,70	6,09	16,54	6,2	26,4	5,0	25,0
10—15	3,57	3,20	10,65	58,92	24,22	6,51	16,52	6,0	24,5	4,8	44,6
25—31	3,37	1,84	13,64	59,79	25,57	6,97	17,36	5,9	23,2	4,7	44,6
40—45	4,03	1,64	20,06	63,50	23,55	7,07	15,27	6,9	24,7	5,4	46,7
63—70	4,45	0,45	20,55	61,44	24,29	7,29	15,98	6,5	23,4	5,1	64,2
Порода	1,08	—	38,09	70,94	14,93	7,02	7,54	16,0	26,8	10,0	—
Разр. 22 Р, 1949. На элювии-делювии известковых глинистых сланцев. Южные склоны Большого Кавказа; абс. выс. около 400 м											
0—4	6,28	4,92	Нет	64,24	22,13	7,57	13,91	7,9	22,7	5,9	45,3
16—26	7,01	3,57	0,06	63,00	24,71	7,58	16,26	6,5	22,4	5,1	49,6
40—50	6,38	2,31	1,40	61,56	24,45	6,64	16,65	6,1	23,9	4,8	51,5
70—80	5,74	1,41	5,91	61,58	24,17	7,86	15,98	6,5	20,7	4,9	54,9
120—130	5,06	1,11	8,88	62,57	24,42	7,36	16,24	6,1	23,3	4,8	52,2
Порода «А»	0,75	—	25,34	77,22	5,99	4,29	1,13	109,0	49,7	38,3	—
» «Б»	0,61	—	18,85	82,41	7,80	4,71	2,66	55,9	48,1	26,1	—
Разр. 51 Р, 1950. Terra rossa. Южные склоны Большого Кавказа											
0—6	4,12	—	Нет	62,70	21,67	9,15	11,65	9,1	18,3	6,1	28,2
7—12	5,08	—	»	62,21	23,69	8,08	14,57	8,0	20,5	5,4	38,4
12—22	6,41	—	—	57,95	27,77	10,21	16,68	5,9	13,6	4,3	40,9
26—36	4,37	—	18,52	62,31	31,27	11,11	19,39	5,5	15,9	4,1	59,4
55—65	1,43	—	32,00	66,76	33,41	12,15	20,13	5,6	14,5	5,0	31,6
Порода	0,34	—	24,03	70,72	20,18	9,82	7,91	15,5	19,0	13,5	6,7

Таблица 4 (продолжение)

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Гумус, %	CO_2, %	SiO_2 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	R_2O_3 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	Fe_2O_3 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	Al_2O_3 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Частиц <0,001 мм, %
Разр. 45 Р, 1950. Горно-лесная коричневая Восточной Грузии											
0—10	5,31	3,39	Нет	68,64	22,64	6,81	15,10	7,7	26,8	6,0	
15—25	5,01	3,37	»	67,59	23,85	6,70	16,45	7,0	26,9	5,5	
28—38	6,60	1,11	»	62,73	27,39	8,26	18,84	5,6	20,2	4,4	
44—54	6,90	1,11	»	61,81	28,87	8,87	19,69	5,3	18,7	4,1	
65—75	3,56	0,85	18,51	63,01	27,08	7,68	18,70	5,7	21,8	4,6	
90—100	2,18	0,43	26,30	59,34	24,10	8,38	15,16	6,7	18,8	6,4	
Разр. 11 Р, 1950. Подзолисто-желтоземная на мергелистом сланце. Тальш											
0—10	5,48	2,50	Нет	56,84	29,97	9,24	20,75	4,9	16,3	3,8	
15—25	5,84	0,45	»	57,69	29,70	8,56	20,26	4,8	17,8	3,8	
75—85	5,77	0,24	»	56,19	31,67	11,04	19,74	4,8	13,6	3,6	
Порода (сильно выветрелая)	5,36	—	»	59,77	28,99	9,64	18,05	5,5	16,1	4,1	
Разр. 6 Р, 1935. Темный серозем на элювии гранита (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)											
0—10	2,49	4,01	0,62	66,83	22,64	6,00	16,15	7,2	29,3	5,7	
15—20	2,14	2,45	4,47	61,74	21,67	5,71	15,41	6,8	28,5	5,5	
30—40	2,04	1,51	5,53	60,37	21,40	5,32	15,53	6,6	30,5	5,4	
10—60	1,97	0,83	4,60	62,39	21,52	5,25	15,81	6,7	31,6	5,8	
Порода	0,24	—	—	66,00	21,64	5,15	15,76	7,2	34,4	6,0	
Сероземные почвы Средней Азии											
Разр. 1 Р, 1947. Светлый серозем на элювии известкового песчаника. Копе											
0—5	1,68	0,75	5,10	68,78	21,98	7,96	12,04	9,8	24,0	6,9	
6—10	2,06	0,35	9,29	68,98	22,19	8,14	12,73	9,2	22,7	6,5	
15—25	2,05	0,25	10,22	—	—	—	—	—	—	—	
50—60 (элювий породы)	0,68	—	4,93	72,33	21,21	8,49	11,44	10,9	28,9	7,9	
Разр. 13 Р, 1947. Светлый серозем на песчано-глинистом сланце. Копет-Да											
0—10	1,57	1,22	3,12	75,19	18,27	5,42	12,20	10,5	37,1	8,2	
15—25	1,46	0,40	5,82	70,85	18,02	5,60	11,81	9,6	34,3	7,9	
48—58	1,43	0,25	8,61	62,54	18,34	4,75	12,89	8,2	35,5	6,7	
65—75	2,55	0,15	3,55	61,14	16,13	4,80	10,56	10,0	34,0	7,7	
Порода	0,36	—	0,34	87,09	8,46	1,23	7,11	20,8	162,1	18,4	

Таблица 4 (продолжение)

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Гумус, %	CO_2, %	SiO_2 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	R_2O_3 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	Fe_2O_3 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	Al_2O_3 в % на безгумусную и бескарбонатную навеску	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Частиц <0,001 мм, %
Зона бурых пустынно-степных почв Казахстана											
Разр. 8 К и М, 1933. Бурая сильно солонцеватая почва на элювии гранита (Розанов, 1935)											
0—10	0,93	1,20	3,19	77,25	14,90	3,97	10,64	12,4	52,5	10,0	—
25—35	0,93	0,56	2,11	72,56	14,82	4,42	10,18	12,2	43,8	10,0	—
65—75	0,14	0,22	0,67	75,06	16,84	2,52	14,17	9,1	80,4	8,1	—
95—100 (щебень)	0,19	—	0,45	76,75	15,30	1,73	13,42	9,8	113,9	9,0	—
Зона каштановых почв Казахстана											
Разр. 144 Б. Светлокаштановая почва на элювии гранита (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)											
0—7	2,33	2,64	Нет	69,20	21,58	4,77	16,39	6,9	38,5	6,0	14,6
15—25	3,42	1,78	»	67,54	25,51	4,81	20,27	5,7	37,5	4,9	33,0
Порода	0,46	—	»	75,50	16,91	2,59	14,28	8,9	78,6	8,1	—
Черноземная зона											
Разр. 102. Обыкновенный чернозем на элювии гранита. Челябинская область (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)											
5—10	4,24	8,46	Нет	69,07	19,40	3,86	14,73	8,0	46,5	6,8	18,8
15—20	3,72	6,71	3,54	65,35	19,88	3,74	15,41	7,2	47,3	6,3	18,9
30—40	2,51	5,18	7,33	59,93	18,12	5,53	11,78	8,6	30,3	6,7	27,3
70—80	0,27	—	—	74,00	16,35	2,62	13,00	9,7	77,1	8,6	4,6
Порода	0,14	—	—	73,64	15,59	2,63	12,24	10,2	76,7	9,0	—

Примечания. 1. Анализы почв разр. 18, 27, 4, 22, 51, 45, 11, 13, 1 произведены в Лаборатории генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР Е. А. Чакветадзе (разр. 1), Р. А. Калашниковой (остальные).

2. Данные разр. 51 приведены в пересчете на бескарбонатное вещество вследствие отсутствия данных по содержанию гумуса.

близок к тому, что наблюдается в обычных (несолонцеватых) почвах Кура-Араксинской низменности.

Отмеченные особенности зональных почв Кура-Араксинской низменности могут объясняться или тяжелым механическим составом рыхлых материнских пород, либо быть результатом самих процессов выветривания и почвообразования.

Чтобы внести ясность в этот вопрос, обратимся к данным валового химического состава зональных почв, образовавшихся на различных плотных горных породах. Естественно, что полного ряда почв на одинаковых породах подобрать почти нельзя, да это и не столь важно, если при оценке полученных данных руководствоваться теми же сравнительными величинами молекулярных отношений кремнезема к глинозему и к сумме полуторных окислов, которыми мы до сих пор пользовались. Рассмотрение данных

табл. 4 дает возможность выразить характеристику наиболее оглин
горизонтов исследованных почв следующими величинами указанных
ношений в наиболее оглиненных горизонтах (табл. 5).

Таблица

Отношение SiO_2 к Al_2O_3, Fe_2O_3 и R_2O_3 по данным валовых анализов по на плотных породах

Почвы	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Чис <0,001 м неноч зонт
Зональные почвы Кура-Араксинской низменности	5,9—7,1	20,7—24,7	4,7—5,4	22-
Сероземы Средней Азии	6,6—9,6	22,7—35,5	5,4—7,9	14-
Бурые пустынно-степные почвы Казахстана	9,1—12,2	43,8—80,4	8,0—10,0	
Каштановые и черноземные почвы Казахстана и Челябинской области	5,7—8,6	30,3—37,5	4,9—6,7	19-
Terra rossa Восточного Закавказья	5,5—6,0	13,6—16,0	4,1—5,0	32-
Горно-коричневые почвы Восточного Закавказья	5,3—5,7	18,7—21,8	4,1—5,0	41-
Подзолисто-желтоземные почвы Талыша	4,8—5,0	13,6—17,8	3,6—3,8	24-

Из приведенного в табл. 5 сопоставления следует, что почвообра
ние на плотных почвах в области равнин и предгорий Кура-Аракси
низменности также приводит к формированию почв, выделяющихс
высокой оглиненности профиля и относительно узкими молекуляр
отношениями кремнезема к глинозему, Fe_2O_3 и к сумме полуторных
лов. Подтвердилось также, что эти почвы по указанным признака
ходятся ближе к сероземам, чем к бурым и каштановым почвам Каза
на и юго-востока европейской части СССР. Далее выясняется, что зо
ные почвы Кура-Араксинской низменности по валовому химичес
составу и высокой оглиненности занимают промежуточное полож
с одной стороны, между сероземами Средней Азии, а с другой — с кор
выми горно-лесными почвами и terra rossa.

В целом же приведенные данные устанавливают, что рассмотре
группы зональных почв Кура-Араксинской низменности, относимые к
различным почвенным типам (сероземам, бурым пустынно-степным и
тановым почвам), представляют собой выражение одного типа почвен
процессов, находящих свое место в ряду аридного направления суб
пического почвообразования. Крайним континентальным вариантом э
направления является процесс сероземообразования, находящий
типичное и разностороннее выражение в пустынной и пустынно-сте
частях Средней Азии (Розанов, 1949, 1951). Зональное почвообразова
на равнинах и предгорьях Кура-Араксинской низменности развивается
пути дальнейшего усиления связей с субтропическим почвообразовани
в направлении большей вывытрелости и оглиненности почвенной ма
что приводит к формированию почв, качественно отличных от серозе

Еще меньше оснований для отнесения более гумусных зональных
Кура-Араксинской низменности к бурым пустынно-степным и ка
новым почвам, формирующимся в условиях бореального климата.

ГЛАВНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Естественно, что наличие в Кура-Араксинской низменности своеобразных зональных почв связано с какими-то крупными физико-географическими особенностями этой территории. Рассмотрим кратко, в чем же заключаются эти особенности.

Исследования И. В. Фигуровского установили принадлежность нижних поясов Закавказья к зоне субтропического климата — влажного на побережьях Черного и Каспийского (в Ленкорани) морей и сухого в остальных частях.

Наиболее существенными особенностями климата Кура-Араксинской низменности (Восточного Закавказья) считаются: относительно повышенные зимние (январские) температуры (от +0°,6 до +3°,6), не допускающие промерзания почвы; весенне-раннелетний и позднеосенний режимы атмосферных осадков, выпадающих в количестве 200—600 мм в год и высокие среднегодовые температуры воздуха (от 12°,9 до 15°,4).

Уже по одним этим данным Кура-Араксинская низменность в отношении гидротермических условий почвообразования резко отличается от зоны пустынно-степных и каштановых почв Казахстана и Нижнего Поволжья. Существенная климатическая особенность ее в отличие от сероземной зоны Средней Азии заключается в более равномерном распределении несколько увеличенного количества атмосферных осадков в годовом цикле (при близких среднегодовых температурах воздуха), меньшая континентальность и менее контрастный гидротермический режим вегетационного периода.

Важной климатической особенностью Кура-Араксинской низменности является также относительно высокая влажность воздуха, что обусловлено главным образом привносом водяных паров со стороны Черного и Каспийского морей. Так, среднегодовая абсолютная влажность колеблется в пределах 9—11 мм, а относительная влажность летом составляет 60—70%, в то время как для сероземной зоны Средней Азии эти величины соответственно равны: 7—9 мм абсолютной влажности и 41—62% относительной. Естественно, что более повышенная влажность воздуха снижает интенсивность испарения и тем самым способствует более эффективному использованию атмосферных осадков для развития растительности и процессов почвообразования. С повышением абсолютной высоты местности и приближением к Каспийскому морю эти условия увлажнения становятся еще благоприятнее.

На основании приведенных данных мы не считаем возможным согласиться с предложением Волобуева (1946) рассматривать Кура-Араксинскую низменность в одном «гидротермотипе» с сероземной зоной Средней Азии и зоной бурых пустынно-степных и частично каштановых почв Казахстана и Юго-востока СССР.

Данные флористических исследований, произведенных А. А. Гроссгеймом и многими другими геоботаниками, а также личные наблюдения устанавливают большое участие в растительности Восточного Закавказья и, в частности, в Кура-Араксинской низменности элементов средиземноморской флоры, которые при определенных условиях становятся ведущими в растительном ландшафте. Достаточно, например, указать на своеобразные полынно-бородачевые и палиурусово-бородачевые разнотравные группировки, не имеющие по флористическому составу аналогов среди растительности сероземной зоны, бурых пустынно-степных и каштановых почв. Весьма специфична растительность горно-лесного пояса

Таблица

Содержание илистой и коллоидной фракций в мелкоземистой части элю кристаллических и осадочных пород

(в % на навеску, высушенную при 105° и при пересчете на безгумусов и бескарбонатное вещество)

	Количество	
	<0,002 мм	<0
Бурая зона Центрального Казахстана		
Элювий гранита. Бетпак-Дала. Разр. 8, гор. 25—35 см (Розанов, 1935)	15,2	
Элювий глинистого сланца. Бетпак-Дала. Разр. 12, гор. 20—30 см (Розанов, 1935)	20,5	
Зона светлокаштановых почв Центрального Казахстана		
Элювий гранита. Ур. Джак-су и Сары-су. Разр. 144, гор. 15—25 см (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)	33,6	
Зона черноземных почв Зауралья		
Элювий гранита. Район с. Парижского Челябинской обл. Разр. 102, гор. 30—40 см. Абс. выс. 220—400 м (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)	28,8	
Сероземная зона Средней Азии		
Элювий гранита. Отроги Кураминского хребта. Разр. 29 Р, гор. 18—25 см. Абс. выс. около 300—350 м (Кудрин и Розанов, 1939)	20,5	
Элювий гранитного порфира. Долина р. Чу. Разр. 6 Р, 1935, гор. 30—40 см. Абс. выс. около 1000 м (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)	0,0001 мм	
Элювий верхнемеловых известняков. Копет-Даг, район Фирюзы. Разр. 1 Р, 1947, 15—25 см. Абс. выс. около 200 м	25,4	
Элювий палеозойских сланцев. Туркестанский хребет, район Джизака. Разр. 1 Р, 1949, 7—17 см. Абс. выс. около 500 м	19,7	
Элювий верхнемелового песчано-глинистого сланца. Копет-Даг. Разр. 13 Р, 1947, 15—25 см. Абс. выс. около 500 м	14,7	
	14,4	
Предгорья Кура-Араксинской низменности		
Элювий карбонатного глинистого сланца. Предгорья Большого Кавказа. Разр. 27 Р, гор. 50—60 см. Абс. выс. 200 м	46,5	
Элювий мелового известняка. Предгорья Малого Кавказа. Разр. 4 Р, гор. 65—70 см. Абс. выс. 480 м	64,0	
Элювий белого известняка. Предгорья Малого Кавказа. Разр. 3, гор. 40—45 см. Абс. выс. 580 см	50,2	
Элювий третичного песчаника. Предгорья Большого Кавказа. Разр. 23 Р, гор. 40—50 см. Абс. выс. около 500 м	56,4	
Элювий порфирита Низкогорья Малого Кавказа. Разр. 40 Р, гор. 30—40 см. Абс. выс. около 700 м	31,5	
Элювий серого известняка акчагылского возраста. Предгорья Большого Кавказа. Разр. 19 Р, 1950, гор. 50—60 см. Абс. выс. около 300 м	53,0	

и низинных приречных лесов, полных представителями средиземномор флоры и тепло-влажных областей умеренного пояса (*Punica grana Rhamnus Pallasii*, мушмула, дрок, граб, бук и др.).

Понятно, что этот средиземноморский отпечаток в растительн рассматриваемой территории проявляется там, где ее развитие не ос няется процессами засоления и заболачивания. В тех же районах, где и

место эти процессы, в растительном покрове наблюдаются общие черты с растительностью нижних поясов сероземной зоны Средней Азии, пустынных и сухих степей Казахстана и Нижнего Поволжья. Это сходство, однако, сопровождается особенностями экологического порядка. К числу таковых, например, относятся бóльшая жизнеспособность компонентов полынно-эфемероидных группировок на сильно засоленных почвах, что объясняется пониженной транспирационной деятельностью растений вследствие относительно высокой влажности воздуха — одной из специфических черт климата равнинного и предгорного Азербайджана.

Для рассматриваемой территории характерна высокая активность процессов выветривания, значительно бóльшая, чем в перечисленных выше областях пустынного, пустынно-степного и сухостепного почвообразования. Эта особенность проявляется прежде всего в большей мощности современной коры выветривания, достигающей по визуальным наблюдениям 1—2,5 м против 0,5—1 м в условиях сероземной зоны Средней Азии.

Весьма показательна также высокая глинистость мелкоземистой части элювиев. Как видно из табл. 6, процессы выветривания здесь приводят к накоплению громадного количества глинистых продуктов, очень богатых илистой и коллоидной фракциями. По анализам количество их больше чем в два раза превышает величины, характерные для элювиев зоны каштановых и черноземных почв, сероземов и бурых пустынно-степных почв.

По валовому химическому составу мелкоземистая часть элювиев горных пород относительно богаче глиноземов и Fe_2O_3. Так, по данным имеющихся анализов молекулярные отношения SiO_2/Al_2O_3 и SiO_2/Fe_2O_3 в элювиях различных пород Кура-Араксинской низменности соответственно изменяются в пределах 5—7 и 18—24, против 6—12 и 22—44 в элювиях горных пород сероземной зоны и зоны распространения бурых пустынно-степных, каштановых и черноземных почв (табл. 7). Эти данные дают основание говорить о несколько ином (более сиаллитно-ферритизированном) направлении выветривания в рассматриваемой части Восточного Закавказья, чем в указанных выше других областях пустынного, пустынно-степного и сухостепного почвообразования.

Справедливость этого положения подтверждается тем, что в пределах низкогорной части Восточного Закавказья, т. е. в поясе высот от 100 до 600 м мы неоднократно находили коры выветривания типа terra rossa, а в более влажных условиях (на высотах 500—1000 м) горно-лесного пояса бассейна Иори и Алазани даже сильно выщелоченные красноцветные продукты выветривания с обильными марганцовистыми выделениями, но маломощные. Укажем, что в Средней Азии коры выветривания типа terra rossa встречаются крайне редко и лишь на высотах больше 1200—1500 м, т. е. почти за пределами сероземной зоны (Розанов, 1945, 1951). В зоне же каштановых и бурых пустынно-степных почв их еще не было найдено, и образование их там трудно себе представить.

Столь резко выраженный глинистый характер выветривания в Восточном Закавказье находит свое выражение в повсеместной высокой глинистости кластических материнских пород самого различного происхождения — аллювиальных, пролювиально-аллювиальных, пролювиальных и др. Эта глинистость настолько велика, что послужила Тюремнову (1926) одним из поводов для разработки специальной классификации почв и грунтов Кура-Араксинской низменности по механическому составу, согласно которой содержание частиц меньше 0,01 мм было повышено для глин почти в полтора раза по сравнению с общепринятой тогда классификацией Сибирцева. Мнение, что высокая глинистость материнских пород Кура-Араксинской низменности является следствием большого

Таблица

Главнейшие показатели валового химического состава мелкоземистой части элювиев коренных пород

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Происхождение мелкоземистой части элювиев	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$
			в % на безгумусовое и бескарбонатное вещество			
		Бурая зона Центрального Казахстана				
8	25—35	Элювий гранита (Розанов, 1935) . .	72,56	10,18	4,42	12,2
		Зона светлокаштановых почв Центрального Казахстана				
114	15—25	Элювий гранита (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)	67,54	20,27	4,81	5,7
		Зона черноземов Зауралья				
102	30—40	Элювий гранита (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)	59,93	11,78	5,33	8,6
		Зона сероземов Средней Азии				
29	19—25	Элювий гранита (Кудрин и Розанов, 1939)	64,16	19,26	7,79	6,2
6	50—60	Элювий гранитового порфира (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947) .	62,39	15,81	5,25	6,7
13	15—25	Элювий песчано-глинистого сланца. Копет-Даг	70,85	11,81	5,60	9,6
1	7—17	Элювий палеозойского сланца. Туркестанский хребет	69,68	11,45	8,20	10,3
		Предгория Кура-Араксинской низменности				
40	30—40	Элювий порфирита	60,16	14,95	8,26	6,8
16	40—30	То же	58,79	12,02	7,71	6,1
27	50—60	Элювий карбонатного глинистого сланца	59,96	17,98	6,54	5,9
23	40—50	Элювий третичного песчаника . . .	60,90	17,13	7,38	6,0
4	25—31	Элювий мелового известняка . . .	59,79	17,36	6,97	5,9
3	70—80	Элювий белого известняка	53,65	19,60	8,02	4,7
51	26—36	Элювий серого известняка	62,31	19,39	11,11	5,5

распространения в периферических частях горных хребтов осадочных п
типа глинистых сланцев, нельзя считать правильным, так как сильно
раженный глинистый характер делювиев одинаково свойственен и райо
расположенным у подножия горных склонов, сложенных кристалличес
породами и известняками, как, например, в Нагорном Карабахе. Глини
сланцевая свита широко представлена и в Средней Азии, а между
материнские породы в ней не обладают столь высокой глинистостью
главной своей массе они представлены лессами и лессовидными глин
суглинками и супесями, общим свойством которых является неболь
содержание илистой фракции, что объясняется их общей слабой выве
лостью и высокой облессованностью. Эти глубокие различия в материн
породах двух зон хорошо видны из данных табл. 8.

Таблица 8

Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм) и ила (частиц < 0,001 мм) в мелкоземистых материнских породах (в %)

Наименование материнских пород	<0,01 мм	< 0,001 мм
Сероземная зона Средней Азии		
Лессы, типичные в пределах высот 200—1500 м	25—50	8—13
Лессовидные породы аллювиального и пролювиального происхождения	35—80	15—35
Кура-Араксинская низменность		
«Лессовидные суглинки» (по Захарову, Ножину, Сабашвили и др.)	34—60	15—33
Аллювиальные и пролювиальные суглинки и глины	50—85	25—60

Примечание. Таблица составлена по многочисленным данным различных авторов, дополненным нашими специальными исследованиями.

Поэтому естественно, что в посещенных нами районах Восточного Закавказья нигде не приходилось видеть лессов, а материнские породы, которые прежними исследователями относились к лессовидным, во-первых, встречаются редко, а во-вторых, они с большой натяжкой могут быть отнесены к таковым вследствие значительной неоднородности в сложении и механическом составе; наконец, в-третьих, они, так же как и все остальные материнские породы Восточного Закавказья, отличаются бо́льшим содержанием физической глины и ила (табл. 8). Лессовидные суглинки, более или менее близкие к среднеазиатским, наблюдаются лишь местами, главным образом в западной, относительно сухой части Азербайджана (в Кировабад-Казахском массиве) и в Восточной Грузии.

Захаров (1910), впервые затронувший вопрос о лессовидных отложениях Закавказья, тоже отмечает отсутствие здесь настоящих лессов, указывая, что наиболее близкие к ним по внешнему виду породы по справедливости заслуживают наименования лишь «лессовидных суглинков» (стр. 77). Но последние, как мы только что показали, обладают специфическими признаками и свойствами по сравнению с лессовидными отложениями сероземной зоны.

В общем же для всей рассматриваемой территории типичен не лессовидный характер материнских пород, как в сероземной зоне Средней Азии, а их высокая глинистость, которая, как видно из изложенного, обусловлена большей активностью здесь процессов выветривания.

В рельефе предгорий и горных склонов рассматриваемой части Восточного Закавказья обращает внимание преобладание мягких очертаний и отсутствие той резкой контрастности в характере склонов разных экспозиций, которая так резко бросается в глаза в сероземной зоне Средней Азии. Эти особенности рельефа находят удовлетворительное объяснение в большей противоэрозионной устойчивости одевающих предгория и горные возвышенности Восточного Закавказья глинистых покровов по сравнению с рыхлыми, легко подвергавшимися размывам и оползневым процессам лессовыми толщами сероземной зоны. Причины же меньшей контрастности в характере склонов разных экспозиций следует искать в общей смягченности гидротермического режима в Восточном Закавказье по сравнению с более континентальными областями Евразии.

Характерно, что с возрастанием сухости климата, которая усили
в Кура-Араксинской низменности с востока на запад, облессован
материнских пород усиливается и эрозионные формы рельефа проявл
даже в очень резком виде, что, например, можно наблюдать в прикур
части Кировабад-Казахского массива.

Возможно, что одна из причин весьма сильного проявления
накопления в почвах, грунтах и грунтовых водах Кура-Араксинской н
ности, значительно большего, чем в бессточных областях Средней
заключается в мобилизации громадных количеств солевых масс в р
тате более активно протекающих здесь процессов выветривания.

В характере сельскохозяйственного использования земель Кура-
синской низменности и других сходных с ней районов Восточного З
казья есть ряд таких особенностей, которые не позволяют аналогизир
эту территорию с юго-востоком европейской части СССР, Запад
Центральным Казахстаном. Главное внимание в этом использовани
влекает широкое распространение в Кура-Араксинской низменности
но зимующих культур винограда, инжира, граната, мушмулы, во
вание которых без укрытия на зиму в степных областях СССР невозм
В этом отношении Кура-Араксинская низменность имеет общие
с южными областями Средней Азии. Однако нельзя пройти мимо
фактов, как успешная богарная культура ячменя на сильно солонча
почвах Сальянской степи, наличие в ассортименте декоративных ра
кипарисов, олеандров, некоторых видов пальм и др., которые от
вуют в сероземной зоне Средней Азии, за исключением некоторых ра
в юго-западной части Туркмении.

Приведенные выше данные, вызывая большие сомнения в правил
взглядов о существовании в Кура-Араксинской низменности серозе
бурых пустынно-степных и каштановых почв или Восточно-Закавка
провинции почв этих типов, дают вместе с тем достаточно основан
выделения здесь особой группы зональных почв, еще не описанных
тературе. Наиболее подходящим, по нашему мнению, названием дл
группы почвенных образований являются: «серо-коричневые
пустынных и сухих степей» или сокращенно «коричнеземы»[1].

ГЛАВНЕЙШИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ

Морфологическое строение серо-коричневых почв слагается (на
земистых породах) из следующих горизонтов:

A_1 Сероватый, с заметным коричневатым оттенком в окраске, особенно хорош
раженным при увлажненном состоянии; более или менее задерненный, пласт
слоеватый в верхней своей части, а глубже—мелкокомковатый; мощность 6-

A_2 Более светлый по серому тону, комковатой структуры, переходящей в орех
комковатую; несколько более тяжелого механического состава по сравнени
дыдущим горизонтом; мощность 10—15 см.

B Светлосеровато-буровато-коричневый, чаще всего глинистый, наиболее та
по механическому составу во всем профиле, явно уплотненный, ореховато-
ватой структуры. При тяжелом механическом составе материнских пород и
наличии солонцеватости наблюдается трещиноватость, призмовидность или
стость; с глубиной становится более легким. Имеется карбонатная плесень
ходящая в карбонатную белоглазку, и конкреции, часто в большом количест

[1] Как выше указывалось, название «серо-коричневые почвы» применялось С. А. Захаровым, но оно относилось лишь к отдельным видам каштановых почв совершенно не соответствует тому содержанию, которое вкладывается в это на вание нами.

тельность землероев выражена сравнительно слабо. По степени выраженности всех этих признаков подразделяется на B_1, B_2 и B_3; общая мощность горизонта 60—120 см.

Материнская порода супесчаного, суглинистого или глинистого механического состава, но определенно более легкого, чем предыдущая верхняя часть профиля; неоструктуренная, без коричневатого и сероватого оттенков, по преимуществу палево-буроватых тонов в окраске; иногда содержится гипс, а в верхней части этого слоя — редкие карбонатные выделения.

Описание отдельных разрезов этих почв приводится в Приложении.

По степени выраженности этих главных морфологических черт серо-коричневые почвы подразделяются на светлые (малогумусные), обыкновенные (среднегумусные) и темные.

К светлым серо-коричневым почвам мы относим почвы, ранее называвшиеся бурыми (Волобуев, 1938), сероземно-бурыми (Преображенский, личное сообщение), светлыми сероземами (Захаров, 1934; Волобуев, 1950), светлыми сероземами Восточно-Закавказской провинции (Волобуев и Ковда, 1951[1]). Эти почвы, развивающиеся под эфемерово-солянково-полынной растительностью, характеризуются светлой окраской гумусовых горизонтов, относительной маломощностью профиля, солончаковатостью и частой солонцеватостью.

Обыкновенные серо-коричневые почвы соответствуют почвам, ранее выделявшимся как серо-бурые и темнобурые (Тюремнов, 1928; Ножин, 1930; Захаров, 1934; Волобуев, Клопотовский и Салаев, 1945), бурые (Алиев, 1948), типичные сероземы (Волобуев, 1950), типичные и отчасти темные сероземы Восточно-Закавказской провинции (Волобуев и Ковда, 1951). Эти почвы обычно развиваются под эфемерово-полынной растительностью с капорцами, бородачом и другим разнотравьем (рис. 2). Они характеризуются более развитым гумусовым и карбонатным профилем и более сильной оглиненностью, чем предыдущие. Местами встречаются солончаковатые и солонцеватые разновидности (рис. 3).

Темные серо-коричневые — это по преимуществу бывшие светлокаштановые почвы. Растительность — эфемерово-злаково (бородач и др.)-полынная (рис. 4).

Каштановые же, темнокаштановые и серо-каштановые почвы прежних исследователей, характеризующиеся выщелоченностью от карбонатов верхней части профиля, нами рассматриваются в качестве особых коричневых кустарниково-сухостепных почв. Для них характерна еще более выраженная оглиненность, а иногда и слитность средней части профиля. В типичном своем виде они обыкновенно бывают развиты под разнотравно-палиуросово-бородачевыми группировками. Возможно, что в прошлом местами здесь были распространены ксерофитные леса из фисташки, дуба и различных кустарников (рис. 5). В настоящее время эти территории почти все распаханы и широко используются под богарное земледелие, сады и виноградники. Аналоги таких почв встречаются в горных областях на юго-западе Таджикистана, выше зоны сероземов (Розанов, 1945, 1950). В Восточном Закавказье они распространены значительно шире, являясь переходным звеном от серо-коричневых почв к коричневым горно-лесным почвам, так как с теми и другими у них много общего (рис. 6).

Наиболее характерными признаками серо-коричневых почв, не повторяющихся в своей совокупности в известных до сих пор почвенных типах, служат:

[1] Необходимо отметить, что проводимое здесь и дальше соответствие рассматриваемых групп серо-коричневых почв прежним их названиям является условным, так как различные авторы вкладывали не всегда одинаковые понятия в даваемые ими наименования почв.

Рис. 2. Подгорные равнины Малого Кавказа со светлыми солонцеватыми чаковатыми серо-коричневыми почвами под эфемерово-солянково-полынной растительностью (*Poa bulbosa, Salsola dendroides, Artemisia Meyeriana* и др.)

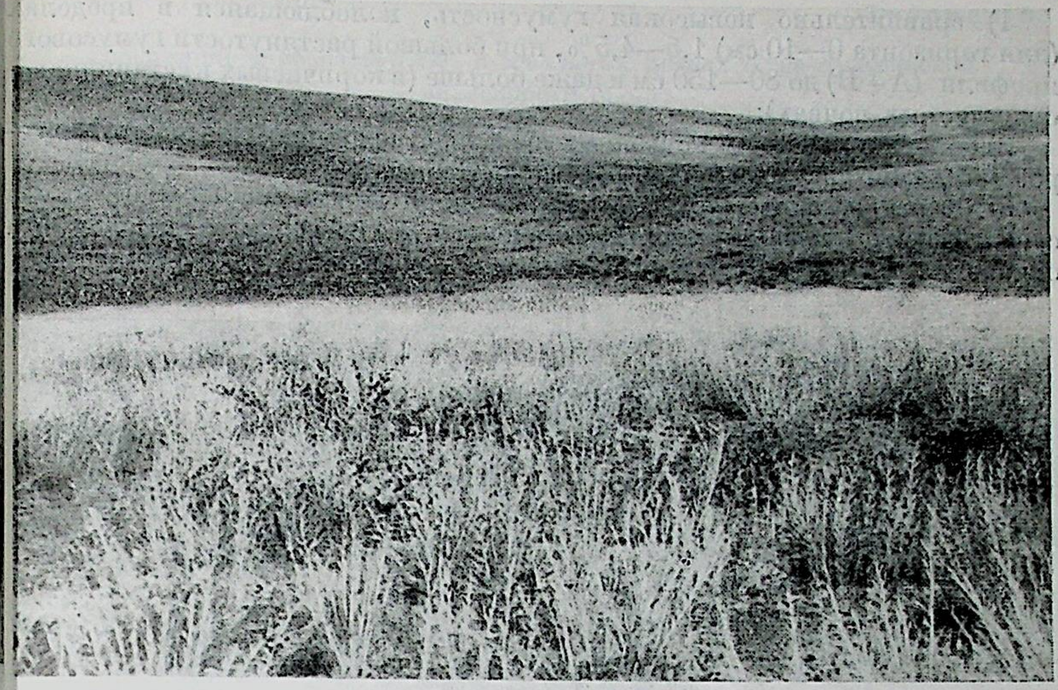


Рис. 4. Верхние части подгорных равнин и нижние части предгорий с темными серо-коричневыми почвами, под эфемерово-злаково-полынной растительностью (*Poa bulbosa, Andropogon ischaemum, Artemisia Meyeriana* и др.).

Рис. 3. Подгорные равнины Малого Кавказа с обыкновенными серо-коричневыми почвами под эфемерово-капарцево-полынной растительностью (*Poa bulbosa, Capparis spinosa, Artemisia Meyeriana* и др.)

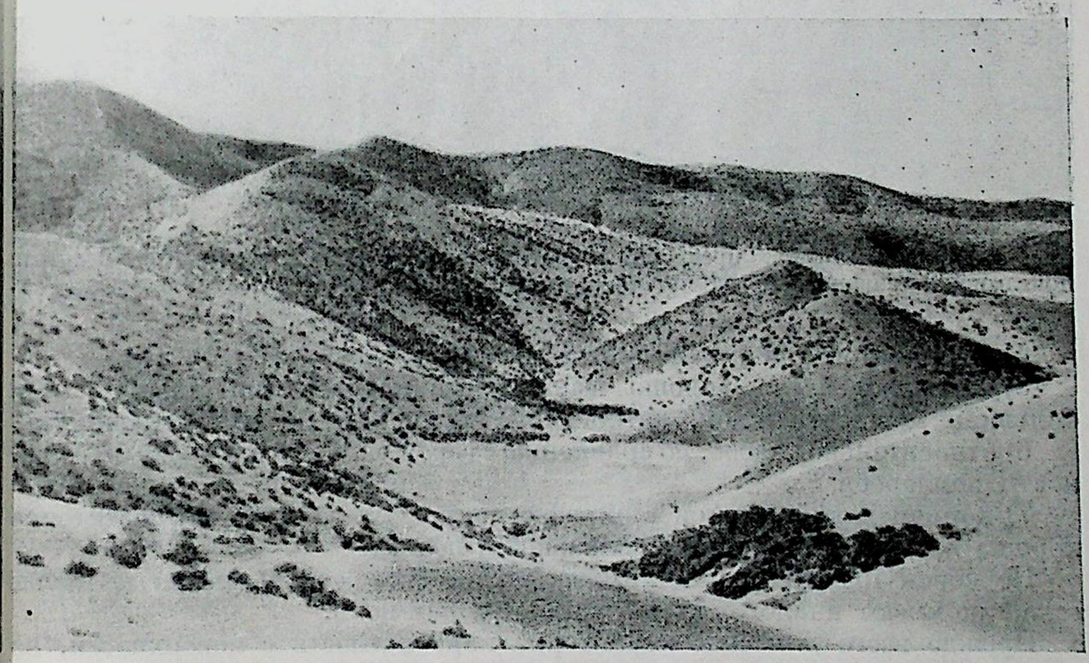


Рис. 5. Предгорья Малого Кавказа с коричневыми кустарниково-сухостепными и темными серо-коричневыми почвами. Растительность: злаково-кустарниковая (бородач—*Andropogon ischacmum*, держи-дерево — *Paliurus Spinachristi* и др.) и на более сухих местообитаниях злаково-полынная (*Poa bulbosa, Artemisia Meyeriana*). На переднем плане темнеют заросли деревьев и кустарников у родника.

1) сравнительно невысокая гумусность, колеблющаяся в пр
(для горизонта 0—10 см) 1,5—4,5%, при большой растянутости гум
профиля (А+В) до 80—150 см и даже больше (в коричневых кустар
сухостепных почвах);

2) большая мощность почвенных профилей, превышающая такову
роземах, каштановых и бурых пустынно-степных почвах;

3) отчетливо морфологически выраженная повышенная оглине
средней части профиля, чем они отличаются от сероземов, у которы
оглиненность морфологически почти не выражена;

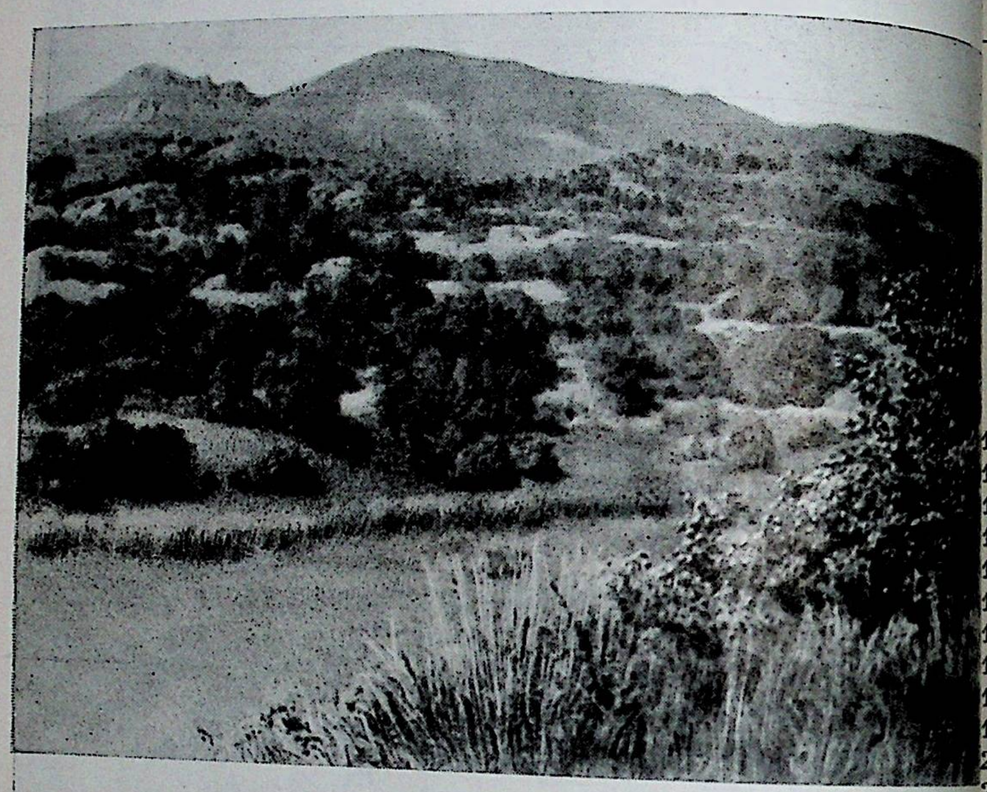


Рис. 6. Область высоких предгорий Малого Кавказа с коричневыми горно-
почвами и коричневыми кустарниково-сухостепными почвами на остепненных уч

4) ореховато-комковатая структура горизонтов A_2, B_1 и B_2;

5) морфологически хорошо выраженный карбонатный профиль
большой мощности слоя, затронутого карбонатным иллювирова
6) относительно слабое, по сравнению с сероземами, проявление дея
ности землероев;

7) коричневатый оттенок в окраске гумусовых горизонтов, дост
хорошо проявляющийся при увлажнении почв.

По совокупности физико-химических свойств серо-коричневые п
также не имеют аналогов среди известных нам почв.

Прежде всего для них характерна карбонатность с поверхности
содержание углесолей щелочно-земельных оснований в верхних гориз
более пониженное, чем в сероземах, а их количество в иллювиал
горизонтах обычно более высокое, вследствие чего карбонатный про
серо-коричневых почв отличается большей дифференциацией (табл
рис. 7).

Отмечается относительно повышенное в них содержание гумуса и р
нутость гумусового профиля по сравнению с сероземами Средней А

Таблица 9

Содержание карбонатной CO_2 в зональных почвах Кура-Араксинской низменности (в %)

Глубина взятия образца, см	Лугово-серо-коричневые почвы Разр. 19	Серо-коричневые почвы									Коричневые кустарниково-сухостепные почвы		
		светлые			обыкновенные			темные					
		разр. 11	разр. 34	разр. 15	разр. 386	разр. 14	разр. 309	разр. 6	разр. 389	разр. 7	разр. 14	разр. 21	разр. 371
0—5	1,06	—	3,29	3,89	0,88	1,60	3,50	2,96	2,42	1,06	—	0,53	
5—10	2,74	0,26	5,35	5,81	—	—	4,84	4,03	—	1,99	0,97		0,52
10—20	—	4,99	—	—	—	1,89	—	6,16	—	4,65			
20—30	—	7,57	10,33	7,96	1,54	5,02	7,26	—	3,08	6,89	0,70	—	2,20
30—40	6,31	—	12,04	—	—	—	8,14	6,61	—	8,29	3,87	—	—
40—50	—	8,57	10,95	8,39	8,36	—	—	—	6,16	—	—	0,97	8,71
50—60	8,02	—	—	—	—	7,21	8,14	—	—	8,49	—	—	—
60—70	—	6,02	9,11	8,22	—	—	—	6,76	7,48	8,21	9,68	8,18	11,00
70—80	6,95	—	9,33	—	8,14	—	8,14	—	—	—	—	—	—
80—90	—	5,08	—	—	—	—	—	6,61	—	8,57	—	—	10,73
90—100	—	—	5,75	7,24	—	7,30	7,48	—	13,20	—	7,66	10,38	9,85
100—110	—	—	—	—	6,38	—	—	—	—	—	—	—	—
110—120	5,62	—	—	6,43	—	—	7,26	6,55	13,42	—	7,74	—	—
120—130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,52	—	—	
130—140	4,79	—	—	—	—	—	—	5,17	14,30	—	—	—	3,34
140—150	—	—	—	—	—	—	5,06	—	—	5,89	—	—	4,04
150—160	—	—	—	—	5,06	—	—	—	14,52	—	—	—	—
160—170	—	—	—	—	—	—	6,82	—	—	—	—	—	—
170—180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,42	5,36
180—190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
190—200	—	—	—	—	—	—	7,48	—	—	—	—	—	—
200—210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
210—220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220—230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
230—240	—	—	—	—	5,28	—	—	—	—	—	—	—	—
240—250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

бурыми пустынно-степными и каштановыми почвами Казахстана и Нижнего Поволжья (табл. 10, рис. 8 и 9).

По отношению углерода к азоту серо-коричневые почвы, в которых оно изменяется от 6 до 11, занимают промежуточное положение между сероземами Средней Азии, где оно меньше (Розанов, 1951), и каштановыми почвами Поволжья, где оно, по данным Тюрина (1949), больше 11 (табл.11).

Исследования Т. А. Рудневой в Биохимической лаборатории Почвенного института под руководством М. М. Кононовой показали, что по качественному составу гумуса весь исследованный ряд зональных почв Кура-Араксинской низменности является однотипным. Этот существенно важный факт подтверждает принадлежность их к одному генетическому типу, а не к трем или двум различным почвенным типам, как утверждают некоторые исследователи (табл. 12).

Характерная особенность состава гумусовых веществ серо-коричневых почв заключается в сравнительно невысоком содержании гуминовых кислот

Таблица 10

Содержание гумуса в зональ[ных почвах Кура-Араксинской низменности в %

Глубина, см	Лугово-серо-коричневые почвы	Серо[бурые почвы]										
		Светлые			Обыкновенные		Темные			Коричневые кустарниково-степные почвы			
	Разр. 19 Р. 1949	Разр. 34 Р. 1949	Разр. 11 Р. 1949	Разр. 15 Р. 1949	Разр. 386 К. Р. 1951	Разр. 309 Н. К. 1951	Разр. 389 К. 1950	Разр. 7 Р. 1949	Разр. 6 Р. 1949	Разр. 33 Р. 1950	Разр. 21 Р. 1950	Разр. 14 Р. 1950	Разр. 371 Л. 1950
0—5	3,56	1,75	2,24	2,41	2,19 (пахотный	2,78		4,50	5,54		—		
5—10	—	—	2,00	—		—	3,36 (пахотный)	—		4,86 (пахотный)	5,93	3,04 (пахотный)	3,16 (пахотный)
10—15	1,62	1,44	—	1,91		1,85		—	2,49		—		
	—	—	—	—		—		—	—		—		
15—20	—	—	1,21	—	—	—		1,63					
20—30	—	0,99	0,81	0,75	1,78	1,44	—	—	1,73	—	3,36		
30—40	0,85	0,86	—	—	—	—	2,33	1,33	—	3,36	—	2,58	—
40—50	—	0,70	0,62	0,61	1,08	0,82	—	—	—	—	—	—	—
50—60	0,56	—	—	—	—	—			1,19	1,78	1,80		1,88
60—70	—	0,61	0,47	0,50	—	—	1,39	1,25	—	—	—	1,83	—
				—		—	—	0,95	—	1,59	—	—	1,30
70—80	0,21	—	—	—	0,57	—	—	0,85	1,07	—	0,91	0,63	—
80—90	—	—	0,10	—	—	—	1,29	—	—	—	—	—	—
						—	—	—	—	1,47	—	—	—
90—100	—	—	—	0,25	—	—	0,96	—	0,89		0,89		0,99
100—110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	—	0,49	—
110—120	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,73	—	0,71
120—130	—	—	—	—	—	—	—	—	0,81	—	—	—	0,24
130—140	—	—	—	—	—	—							
140—150	—	—	—	—	—	—	—	0,60	—	—	—	0,39	(галька)
150—160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	То же
160—170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	»
170—180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,40	—	»
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Примечания. 1. Анализы произведены Е. А. Чакветадзе и Е. П. Л[оборатории генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.
Гумус определялся по методу И. В. Тюрина.
2. Аналогичного рода данные о большой мощности гумусовых профил[ях можно почерпнуть из работ С. А. Захарова (1912, 1936), С. И. Тюремнова (1927), М. Н. Сабашвили (1948), В. Р. Волобуева (1946, 1951)

(около 20% от общего углерода) и фульвокислот (около 15%) и в б
количестве очень устойчивых веществ, выделяемых при анализах
нерастворимых в щелочах и кислотах. Содержание в серо-коре
почвах таких веществ превышает известные до сих пор (Тюрин,
Кононова, 1951) величины, достигая 60% общего углерода. Имея один
с сероземами количество гуминовых кислот, серо-коричневые почвы
жат меньше фульвокислот. Поэтому отношение количеств гум

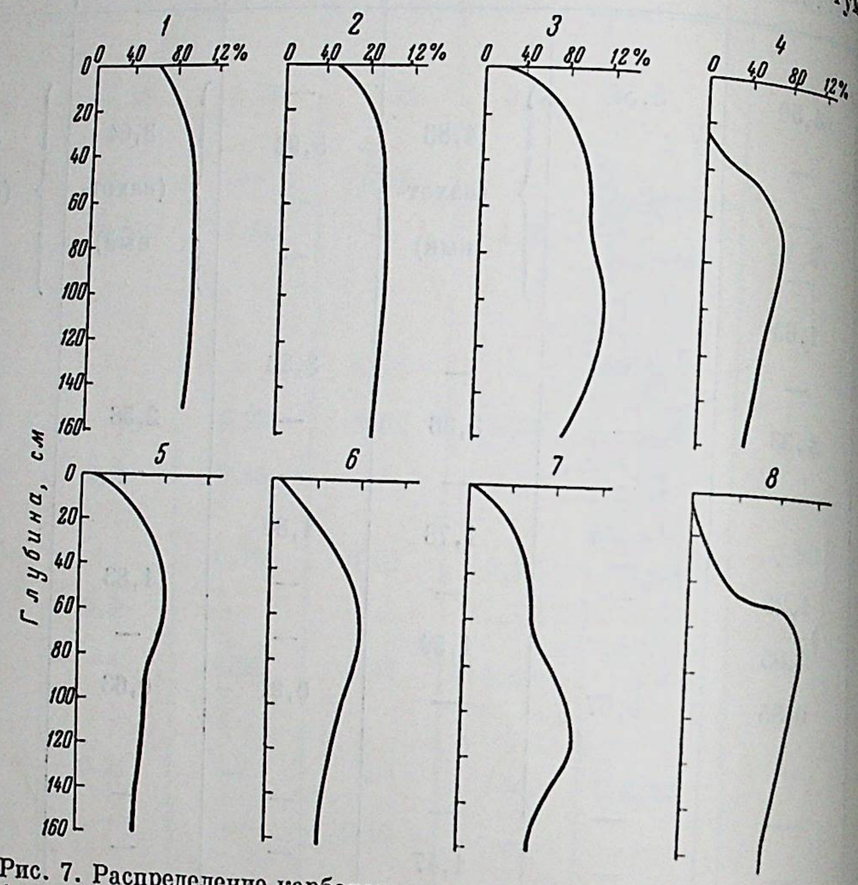


Рис. 7. Распределение карбонатов по профилю в сероземах Средней Азии, каштановых почвах Нижнего Поволжья и в зональных почвах Кура-Араксинской низменности.

Сероземы Средней Азии: *1* — светлые (по данным 8 разрезов); *2* — обыкновенные (14 разрезов); *3* — темные (13 разрезов); *4* — каштановые почвы (4 разреза). Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности: *5* — светлые (5 разрезов); *6* —обыкновенные (11 разрезов); *7* — темные (6 разрезов); *8* — коричневые кустарниково-сухостепные почвы (4 разреза).

кислот к фульвокислотам $\frac{C\,гумин.кислот}{C\,фульвокислот}$ в них больше 1, в то время в сероземах (по литературным данным) оно меньше единицы. Впрочем анализы одного серозема из района ст. Арысь (разр. 48) дали однотип с серо-коричневыми почвами характеристику качественного сос гумуса.

Основное отличие каштановых почв от серо-коричневых заключа в том, что первые содержат почти в полтора раза больше (около 34% щего углерода) гуминовых кислот.

Коричневые кустарниково-степные почвы предгорий Кура-Арак ской низменности близки к каштановым почвам Поволжья по количе гуминовых кислот, но содержат меньше фульвокислот и значите больше нерастворимого остатка, сближаясь в этих отношениях с со коричневыми почвами.

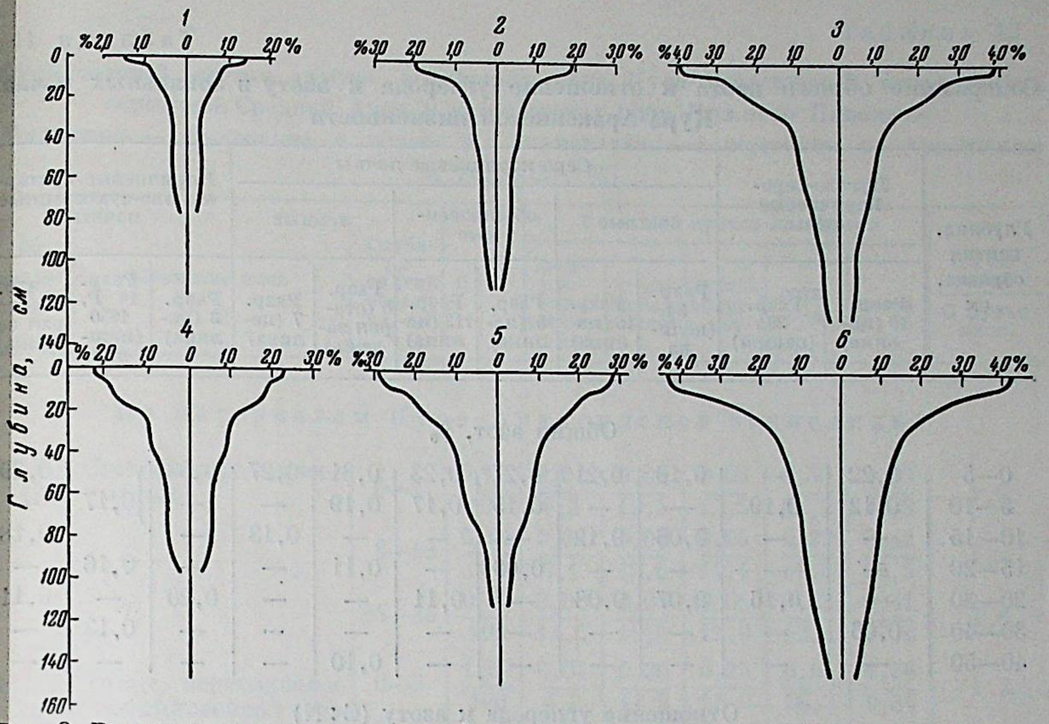


Рис. 8. Распределение гумуса по профилю в сероземах Средней Азии и в серо-коричневых почвах Кура-Араксинской низменности.

Сероземы Средней Азии. *1* — светлые (по данным 15 разрезов); *2* — обыкновенные (16 разрезов); *3* — темные (14 разрезов). Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности: *4* — светлые (11 разрезов); *5* — обыкновенные (16 разрезов); *6* — темные (11 разрезов).

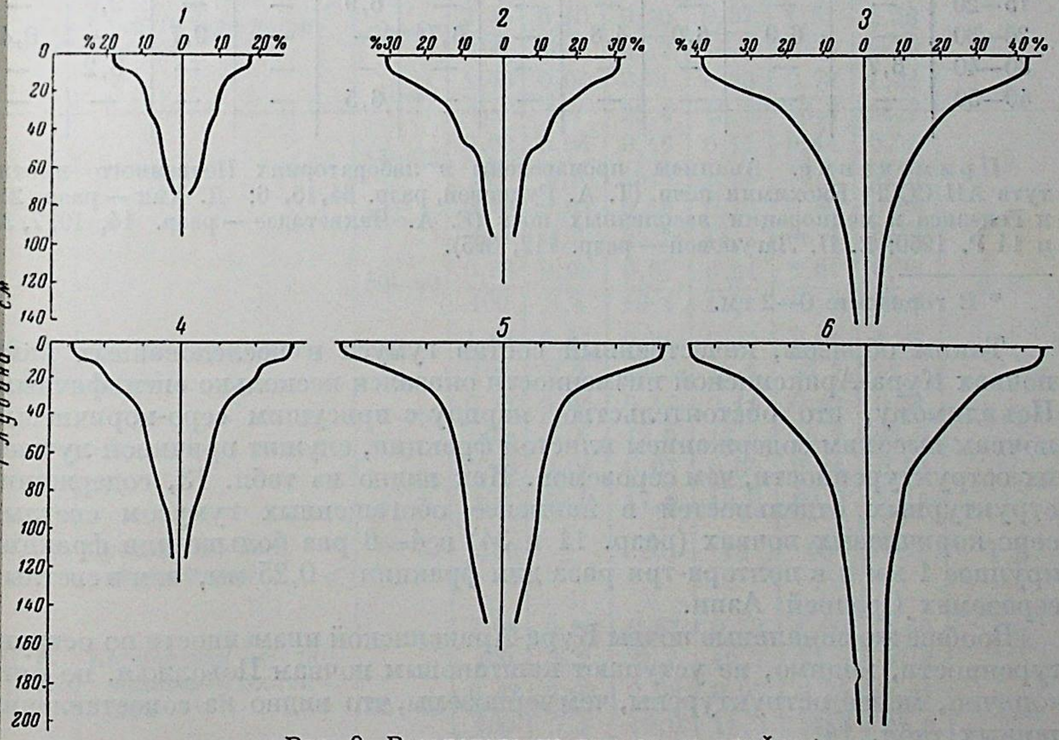


Рис. 9. Распределение гумуса по профилю.

Почвы европейской части СССР: *1* — бурые пустынно-степные почвы (по данным 11 разрезов); *2* — светлые каштановые (8 разрезов); *3* — темные каштановые (5 разрезов).

Зональные почвы Кура-Араксинской низменности: *4* — обыкновенные серо-коричневые почвы (16 разрезов); *5* — темные серо-коричневые почвы (11 разрезов); *6* — коричневые кустарниково-сухостепные почвы (7 разрезов).

Табли

Содержание общего азота и отношение углерода к азоту в зональных Кура-Араксинской низменности

Глубина, взятия образца, см	Лугово-серо-коричневые почвы		Серо-коричневые почвы						Коричневые никово-сухо почвы	
			светлые		обыкновенные		темные			
	Разр. 19 (целина)	Разр. 395 (пашня)	Разр. 34 (целина	Разр. 15 (целина)	Разр. 14 (целина)	Разр. 112 (целина)	Разр. 6 (старая залежь)	Разр. 7 (целина)	Разр. 33 (целина)	Разр. 14 (пашня)
Общий азот, %										
0—5	0,22	—	0,10	0,21	0,27*	0,23	0,31	0,27	0,33	
5—10	0,12	0,19	—	—	0,15	0,17	0,19	—	—	0,17
10—15	—	—	0,08	0,12	—	—	—	0,13	—	
15—20	—	—	—	—	0,08	—	0,11	—	—	0,16
20—30	—	0,16	0,07	0,08	—	0,11	—	—	0,20	—
30—40	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	0,13
40—50	—	—	—	—	—	—	0,10	—	—	—
Отношение углерода к азоту (C : N)										
0—5	7,5	7,8	6,4	7,9	7,6*	7,5	8,0	8,7	10,0	
5—10	7,3	—	—	—	9,6	6,4	7,6	—	—	10,9
10—15	—	—	5,5	6,9	8,1	—	—	7,7	—	
15—20	—	—	—	—	—	—	6,9	—	—	9,3
20—30	—	6,9	6,0	4,8	—	6,7	—	—	9,7	—
30—40	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	6
40—50	—	—	—	—	—	—	6,5	—	—	8,2

Примечание. Анализы произведены в лабораториях Почвенного тута АН СССР: Биохимии почв (Т. А. Рудневой, разр. 34, 15, 6; Д. Хан— и Генезиса и мелиорации засоленных почв (Е. А. Чакветадзе — разр. 14, и 14 Р, 1950; Е. П. Лагуновой — разр. 112, 395).

* В горизонте 0—2 см.

Таким образом, качественный состав гумуса в исследованных почвах Кура-Араксинской низменности оказался несколько специфи Повидимому, это обстоятельство, наряду с присущим серо-корич почвам высоким содержанием илистой фракции, служит причиной ду их оструктуренности, чем сероземов. Как видно из табл. 13, содерж структурных отдельностей в наименее обогащенных гумусом се серо-коричневых почвах (разр. 11 и 34) в 4—6 раз больше для фр крупнее 1 мм и в полтора-три раза для фракции $>0{,}25$ мм, чем в се сероземах Средней Азии.

Вообще же зональные почвы Кура-Араксинской низменности по ост туренности, видимо, не уступают каштановым почвам Поволжья, но конечно, менее оструктурены, чем черноземы, что видно из сопостав данных табл. 14.

Еще более оструктурены в Кура-Араксинской низменности почвы роморфного ряда. Как видно из табл. 15, общее количество структ элементов в серо-коричнево-луговых и сазово-луговых почвах колеб для фракции крупнее 0,25 мм в пределах 39—77%, а для фракции

Таблица 12

Качественный состав гумуса зональных почв Кура-Араксинской низменности, сероземов Средней Азии и каштановых почв Нижнего Поволжья

(Числитель — содержание в почве, %; знаменатель — содержание по отношению к углероду, %)

№ разреза	Название почв	Глубина взятия образца, см	C, %	В составе гумуса находится					С гум. кисл. / С фульв. кисл.
				экстрактивных веществ	гуминовых кислот	фульвокислот	остаток	сумма	
По материалам Кура-Араксинской экспедиции									
34 Р, 1949	Светлая серо-коричневая	0—7	0,64 / 100	0,04 / 6,3	0,08 / 12,5	0,08 / 12,5	0,40 / 62,5	0,60 / 93,8	1,0
		8—18	0,44 / 100	0,04 / 9,1	0,06 / 13,6	0,05 / 11,4	0,27 / 61,4	0,42 / 95,5	1,2
		25—35	0,42 / 100	0,06 / 14,3	0,08 / 19,0	0,05 / 11,9	0,22 / 52,4	0,41 / 97,6	1,6
15 Р, 1949	То же, переходная к обыкновенной серо-коричневой	0—5	1,67 / 100	0,07 / 4,2	0,30 / 17,9	0,25 / 15,0	0,94 / 56,3	1,56 / 9,34	1,2
		7—17	0,83 / 100	0,05 / 6,0	0,14 / 16,9	0,11 / 13,2	0,46 / 55,4	0,76 / 91,5	1,3
		22—32	0,38 / 100	0,02 / 5,3	0,05 / 13,2	0,05 / 13,1	0,23 / 60,5	0,35 / 92,1	1,0
6 Р, 1949	Темная серо-коричневая	0—4	2,48 / 100	0,10 / 4,0	0,50 / 20,2	0,37 / 14,9	1,31 / 52,8	2,28 / 91,9	1,4
		5—10	1,45 / 100	0,04 / 2,7	0,31 / 21,4	0,20 / 13,8	0,78 / 53,8	1,33 / 91,7	1,6
		17—22	0,82 / 100	0,04 / 4,9	0,16 / 19,5	0,11 / 13,4	0,44 / 53,7	0,75 / 91,5	1,5
		35—45	0,69 / 100	0,03 / 4,3	0,16 / 23,2	0,10 / 14,5	0,39 / 56,5	0,68 / 98,5	1,6
		80—90	0,36 / 100	0,03 / 8,4	0,07 / 19,4	0,04 / 11,1	0,21 / 58,3	0,35 / 97,2	1,8
19, Р 1949	Лугово-серо-коричневая	0—5	1,65 / 100	0,07 / 4,2	0,31 / 18,8	0,22 / 13,3	0,91 / 55,2	1,51 / 91,5	1,4
		6—10	0,88 / 100	0,04 / 4,5	0,17 / 19,3	0,11 / 12,5	0,49 / 55,7	0,81 / 92,0	1,5
		27—35	0,40 / 100	0,04 / 10,0	0,07 / 17,5	0,04 / 10,0	0,24 / 60,0	0,39 / 97,5	1,8
	Среднее из всех определений	0—22	100	5	20	15	60	100	1,3
21 Р, 1950	Коричневая кустарниково-сухостепная	0—10	2,64 / 100	0,11 / 4,2	0,83 / 31,4	0,52 / 19,7	1,00 / 37,9	2,46 / 93,2	1,6
		12—22	0,42 / 100	0,03 / 7,1	0,08 / 19,0	0,05 / 11,9	0,25 / 59,5	0,41 / 97,5	1,6
48 Р, 1949	Серозем обыкновенный, переходный к светлому. Средняя Азия, р-н ст. Арысь	0—10	0,68 / 100	0,04 / 5,9	0,11 / 16,1	0,08 / 11,8	0,44 / 64,7	0,67 / 98,5	1,4

Таблица 12 (продолж

№ разреза	Название почв	Глубина взятия образца, см	C, %	В составе гумуса находится					
				экстрактивных веществ	гуминовых кислот	фульвокислот	остаток	сумма	
По литературным данным									
	Сероземы Средней Азии (Тюрин, 1949)	0—20	100	6	21	41	32	100	
	Темнокаштановая Нижнего Поволжья (Тюрин, 1949)	0—20	100	5	34	35	26	100	
	Темнокаштановая (Кононова, 1951)	0—25	100	9	34	22	26	91	

Примечание. Анализы разр. 34, 15, 6, 19 и 48 произведены Т. А. ... невой под руководством М. М. Кононовой в Биохимической лаборатории ... ного института АН СССР; анализы разр. 21 — Д. Хан-Денхо в той же лабора...

нее 1 мм 19—65%. Такая высокая степень оструктуренности совер... не наблюдается в почвах гидроморфного ряда сероземной зоны С... Азии.

Только аллювиально-луговые почвы Кура-Араксинской низмен... характеризуемые разр. 125, очень слабо оструктурены, что вполне ... но, так как они находятся еще в начальной стадии почвообразо...

По составу поглощенных оснований все исследованные зональны... вы Кура-Араксинской низменности полностью насыщены поглощ... катионами, причем на долю поглощенных кальция и магния падает ... до 99% общей суммы обменных оснований (табл. 16).

В громадном большинстве случаев в поглощающем комплексе ка... преобладает над магнием и, как правило, с глубиной содержание ... щенного магния увеличивается до 30—40% и даже больше от сум... менных оснований, что свойственно почти всем почвам этого типа с м... профилем, развитым на рыхлых отложениях, или с глубоким залег... плотных пород (разр. 22).

Содержание в поглощающем комплексе щелочей очень неве... обычно оно меньше 3—5% и только в отдельных случаях дост... 6—10%. Анализы состава поглощенных оснований в несолонцеватых ... земах Средней Азии обычно дают более высокие относительные вели... содержания суммы поглощенных щелочных оснований (Розанов, [1] ... При этом обращают внимание низкие величины поглощенного кали... превышающие 5% суммы обменных оснований, в то время как в нес... цеватых сероземах Средней Азии его содержится обычно больше (нер... до 10—12%) и почти всегда калий преобладает над обменным натр...

По количеству поглощенного натрия исследованные зональные п... Кура-Араксинской низменности относятся к несолонцеватым (содерж... в них поглощенного натрия меньше 5% суммы обменных основа...

[1] Возможно, что это является результатом более совершенной методики (сп... графическим методом) определения поглощенного калия в исследованных п... Кура-Араксинской низменности.

Таблица 13

Структурный состав (в %) зональных почв Кура-Араксинской низменности и сероземов Средней Азии
(по методу Н. И. Саввинова)

№ разреза	Название почвы	Глубина взятия образца, см	Размеры водопрочных агрегатов диаметром (мм)						
			>3	3—2	2—1	1,0—0,05	0,5—0,25	>1,0	>0,25
11 Р, 1949	Светлая серо-коричневая	0—4	3,78	1,56	4,26	8,54	14,86	9,60	33,00
		4—13	1,02	2,81	12,27	19,81	21,10	16,10	57,01
		20—30	2,02	4,59	15,63	13,24	23,20	22,24	58,68
34 Р, 1949	То же	0—5	1,93	1,37	5,36	15,18	1,23	8,66	25,47
		7—17	4,18	8,20	13,93	17,36	12,75	26,31	56,42
		20—29	1,45	3,60	15,40	11,10	18,44	20,45	49,99
15 Р, 1949	То же, переходная к обыкновенной серо-коричневой	0—5	2,90	2,16	4,44	6,20	11,40	9,50	27,10
		7—17	7,96	6,42	11,96	8,10	11,28	26,34	45,72
		22—32	1,36	3,10	7,70	7,82	20,54	12,16	40,52
		65—75	0,20	0,36	1,28	1,90	6,80	1,84	10,54
		108—118	0,02	0,04	0,04	0,04	1,34	0,10	1,48
14 Р, 1949	Обыкновенная серо-коричневая	0—8	0,96	2,22	3,48	4,14	8,86	6,66	19,66
		12—17	4,90	3,30	4,54	5,06	13,12	12,74	30,92
		22—32	2,24	1,70	3,86	5,80	17,14	7,80	30,74
		50—60	1,42	1,52	2,44	3,70	10,18	5,38	19,26
		90—100	Нет	0,06	0,16	1,16	10,96	0,22	12,34
7 Р, 1949	Темная серо-коричневая	0—2	8,98	2,10	3,10	4,98	10,04	14,18	29,20
		9—18	2,06	3,38	6,46	7,84	13,30	11,90	33,04
		20—29	1,64	2,66	6,42	9,88	19,06	10,72	39,66
		34—48	1,06	2,18	5,28	10,08	21,10	8,52	39,70
		120—128	Нет	Нет	0,26	0,72	2,98	0,26	3,96
6 Р, 1949	То же	0—4	6,56	2,80	10,30	8,84	12,68	19,66	41,18
		5—10	3,26	3,78	6,82	4,90	9,94	13,86	28,70
		17—22	1,90	2,68	5,68	7,50	19,06	10,26	36,82
		35—45	0,20	1,76	6,46	9,48	20,56	8,42	38,46
		110—120	Нет	Нет	0,24	0,58	2,88	0,24	3,70
55 Р, 1949	Светлый серозем Средней Азии	0—8	3,40	0,46	0,66	1,96	3,26	4,52	9,74
		10—20	0,12	0,62	1,50	3,08	13,62	2,24	18,94
		28—38	0,64	0,46	0,96	3,28	21,60	2,06	26,94
		50—60	1,72	0,64	1,22	7,32	15,28	3,58	26,18
		110—110	Нет	0,20	0,18	1,20	10,36	0,38	11,94

Примечание. Анализы произведены А. В. Козловой и Г. Шермет в Лаборатории генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

Таблица 14

Пределы колебаний процентного содержания структурных отдельностей в слое 0—30 см

Размер структурных отдельностей, мм	Зональные почвы Кура-Араксинской низменности	Черноземы обыкновенные (Байко и Попазов, 1942)	Сероземы Средней Азии (Розанов, 1951)
>1,0	7—26	22—52	2—5
>0,25	16—59	43—85	15—20

Таблица

Структурный состав (в %) почв гидроморфного ряда Кура-Араксинской низменности
(по методу Саввинова)

№ разреза	Название почвы	Глубина взятия образца, см	% гумуса	Диаметр агрегатов, мм					
				>3	3—2	2—1	1,0—0,5	0,5—0,25	
445 К, 1950	Серо-коричнево-луговая (пашня)	0—15	3,94	1,4	17,9	18,5	11,5	50,7	1
		30—40	2,20	2,0	37,6	14,9	14,9	30,6	3
243 К и Р, 1950	Сазово-луговая (выгон)	0—5	2,95	30,4	11,6	11,1	9,4	37,5	4
		10—20	2,43	8,0	27,1	19,2	11,7	34,0	3
		30—40	1,84	14,3	23,1	16,3	10,3	36,0	3
450 К, 1950	Сазово-луговая (целина)	0—10	—	58,2	6,8	6,5	4,1	24,4	6
		14—24	—	42,0	8,9	14,1	8,4	26,6	5
125 К, 1950	Аллювиально-луговая (целина)	0—10	1,96	3,7	0,8	2,7	5,7	87,1	4
		15—25	1,13	0,8	1,7	5,7	7,5	84,3	2

Примечание. Анализы структурного состава произведены Е. А. Чан гумуса — Е. П. Лагуновой в Лаборатории генезиса и мелиорации засоленны Почвенного института АН СССР.

Можно говорить лишь о наличии слабой солонцеватости в нижних горизонтах разр. 15, в которых поглощенного натрия 6,1—6,6% от ем обмена и (в гор. 65—75 см) большее количество (до 70%) поглощ магния. Полное отсутствие солонцеватости показали анализы зона почв на плотных породах, за исключением разр. 22, характеризу коричневую кустарниково-степную почву, в которой на гл 40—50 см обнаружено содержание поглощенного натрия в количеств суммы обменных оснований.

Приведенные данные о составе поглощенных оснований важны отношении, что они освещают до известной степени природу повыш оглиненности средней части профиля, визуально проявляющейся в тяжелом механическом составе средних частей профиля, их сильной у ненности, грубой комковатости, иногда даже призмовидности и глыбис Отсутствие сопряженности этих морфологических признаков, тракту

Таблица 16

Состав поглощенных оснований в зональных почвах Кура-Араксинской низменности

Глубина взятия образца, см	Ca	Mg	K	Na	Сумма м-экв на 100 г	Ca	Mg	K	Na
	в м-экв на 100 г почвы					в % от суммы			
Разр. 19 Р, 1949. Лугово-серо-коричневая почва, солончаковатая									
0—5	13,97	3,04	0,71	0,74	18,46	75,7	16,5	3,8	4,0
6—16	16,96	1,64	0,82	0,65	20,07	84,5	8,1	4,1	3,2
27—37*	11,63	7,07	0,03	0,35	19,08	61,0	37,0	0,2	1,8
45—65*	9,63	9,86	Не опред.	0,96	20,45	47,1	48,2	Не опред.	4,7
75—85*	6,44	9,70	0,18	0,70	17,02	37,8	57,0	1,1	4,1
Разр. 34 Р, 1949. Светлая серо-коричневая, глубокосолончаковатая									
0—5	25,70	6,61	1,12	0,20	33,63	76,4	19,7	3,3	0,6
7—17	21,25	4,05	0,62	0,34	26,26	80,9	15,4	2,4	1,3
20—29	19,85	4,05	0,23	0,52	24,65	80,5	16,5	0,9	2,1
30—40	15,75	7,35	0,18	0,58	23,86	66,0	30,8	0,8	2,4
42—55	12,95	9,09	0,14	1,05	23,23	55,8	39,1	0,6	4,5
58—68	15,75	8,35	0,14	0,63	24,87	63,3	33,6	0,6	2,5
Разр. 15 Р, 1949. Светлая серо-коричневая почва, переходная к обыкновенной, глубокосолончаковатая									
0—5	24,30	5,37	1,38	0,40	31,45	77,3	17,1	4,4	1,2
7—17	20,85	6,20	0,38	0,46	27,89	74,5	22,6	1,3	1,6
22—32	16,35	4,63	0,26	0,72	21,96	74,4	21,1	1,2	3,3
38—48	12,40	5,37	0,22	1,17	19,16	64,9	28,0	1,0	6,1
55—75	6,00	18,18	0,06	1,71	25,95	23,1	70,1	0,2	6,6
Разр. 6 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, незасоленная									
0—4	24,55	1,75	1,45	0,63	28,38	86,3	6,2	5,1	2,2
17—22	20,71	4,19	0,54	0,39	25,83	80,2	16,2	2,1	1,5
35—45	22,30	6,91	0,43	0,97	30,61	72,8	22,6	1,4	3,2
60—70	19,96	6,17	0,46	1,55	28,14	70,9	22,0	1,6	5,5
80—90	19,56	3,95	0,36	0,66	24,53	79,7	16,1	1,5	2,7
110—120	21,45	4,93	0,18	1,36	27,92	76,8	17,7	0,7	4,8
Разр. 27 Р, 1949. Серо-коричневая почва на элювии глинистых сланцев									
0—7	25,15	0,99	0,38	0,18	26,70	94,2	3,7	1,4	0,7
26—36	18,56	2,71	0,28	0,35	21,91	84,5	12,4	1,3	1,8
50—60	24,35	2,06	0,15	0,30	26,87	90,6	7,7	0,6	1,1
Разр. 4 Р, 1949. Серо-коричневая почва на элювии меловых известняков									
0—5	28,54	0,99	0,44	0,18	30,15	94,7	3,3	1,4	0,6
25—31	27,04	2,63	0,10	0,18	29,95	90,3	8,9	0,3	0,5
68—70	41,36	2,55	0,18	0,43	44,52	92,9	5,7	0,4	1,0
Разр. 3 Р, 1949. Коричневая сухостепная, остаточно-карбонатная почва на элювии меловых известняков									
0—20	24,95	1,07	0,50	0,18	26,70	93,4	4,0	1,9	0,7
24—29	14,82	1,15	0,23	0,18	16,38	90,5	7,0	1,4	1,1
40—45	13,57	0,82	0,15	0,13	14,70	92,5	5,6	1,0	0,9
70—80	16,56	4,52	0,15	0,35	21,58	76,8	20,9	0,7	1,6

Таблица 16 (продолж.

Глубина взятия образца, см	Ca	Mg	K	Na	Сумма м-экв на 100 г	Ca	Mg	K
	в м-экв на 100 г почвы					в % от суммы		

Разр. 22 Р, 1949. Коричневая кустарниково-степная почва на элювии-дел известковых глинистых сланцев

0—4	26,20	1,49	0,97	0,19	28,80	90,7	5,2	3,4
16—26	34,70	4,38	0,41	0,32	39,81	87,2	11,0	1,0
40—50	26,52	12,06	0,26	2,48	41,32	64,2	29,2	0,6
70—80	24,40	18,26	0,33	0,71	43,70	55,8	41,8	0,8
120—130	10,75	23,06	0,33	0,73	34,87	30,8	66,1	1,0

Разр. 21 Р, 1950. Коричневая кустарниково-сухостепная почва

0—10	24,80	2,55	0,60	0,01	27,96	88,7	9,1	2,2
30—40	27,25	6,67	0,15	0,07	34,14	79,9	19,5	0,4
60—70	21,05	14,07	0,08	0,07	35,27	59,7	39,8	0,3
95—105	18,85	11,03	0,08	0,11	30,07	62,7	36,6	0,3
180—190	6,95	18,76	0,08	0,67	25,46	23,4	73,7	0,3

Примечания. 1. В горизонтах, отмеченных *, состав поглощенных ний, ввиду значительного содержания легкорастворимых солей, определялся их отмывки путем диализа до потери реакции на Cl' и SO_4''.

2. Поглощенные Ca и Mg определялись по модификации метода Шмука, К по углекислотному методу Гедройца, а их количество — спектрографически.

3. Анализы произведены А. В. Козловой и Р. А. Калашниковой в Лабор генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

обычно в качестве показателей солонцеватости, с данными ана состава поглощенных оснований, показавших отсутствие таковой, основание высказать положение об элювиальной природе этого о ния, являющейся одной из характерных особенностей почвообраз субтропического пояса от сероземов до красноземов влажных суб ков.

Взгляды некоторых исследователей, что отсутствие этой сопр ности между морфологическими признаками и аналитическими дан объясняется следствием реликтовой солонцеватости, неприложимы к вам, развивающимся на элювиях плотных пород, лишенных водно римых солей (разр. 3, 4, 22). Что касается почв делювиальных шл (разрез 6, 34), то трудно допустить, чтобы все они прошли стадию т сильного осолонцевания, какая должна была бы произойти, если с по наличию сильно выраженной уплотненности, призмовидности и глыбистости.

Вместе с тем в Кура-Араксинской низменности, где наблюдаются ния резко выраженного хлоридного соленакопления, сильно раз и солонцовые процессы среди зональных и гидроморфных почв. Т почвы, солонцеватость которых легко устанавливается в поле и дов вается анализами водных вытяжек и составом поглощенных основа нами отмечены в Мильской, Карабахской и Муганской степях, в обл Апшеронского полуострова и в Кировабад-Казахском массиве. В выклинивания конуса р. Тертера обнаружены даже содовые соло Некоторые аналитические данные, бесспорно устанавливающие соло ватую природу этих почв, приводятся в табл. 17 и 18.

Таблица 17

Данные анализа водных вытяжек из солонцеватых почв Кура-Араксинской низменности

(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образцов, см	Гигроскопическая влага, %	Плотный остаток, %	Щелочность		Cl'	SO_4''	Ca^{++}	Mg^{++}	$Na^+ + K^+$ по разности
			CO_3''	HCO_3'					
Разр. 11 Р, 1949. Светлая серо-коричневая почва, солонцевато-солончаковатая									
0—4	2,94	0,080	Нет	0,035	0,003	0,002	0,009	0,002	0,003
4—13	4,25	0,078	»	0,028	0,003	0,002	0,009	0,001	0,001
13—19	3,48	0,151	»	0,040	0,047	0,001	0,013	0,003	0,025
20—30	2,08	0,089	»	0,043	0,014	0,003	0,006	0,003	0,014
40—50	2,32	0,111	0,012	0,069	0,005	0,002	0,003	0,003	0,021
65—75	3,02	1,456	Нет	0,020	0,147	0,796	0,165	0,049	0,201
80—90	3,42	1,750	»	0,016	0,121	1,008	0,264	0,043	0,174
Разр. 326 К, 1951. Обыкновенная серо-коричневая почва, глубокозасоленная и сильносолонцеватая									
0—10	4,26	0,068	Нет	0,036	0,007	Следы	—	—	—
20—30	4,38	0,088	»	0,032	0,004	»	—	—	—
32—42	3,57	0,076	»	0,045	0,007	»	—	—	—
62—72	2,85	0,100	»	0,064	0,007	0,011	—	—	—
84—94	2,75	0,144	Следы	0,102	0,014	0,021	—	—	—
103—113	2,69	0,200	0,012	0,102	0,025	0,005	—	—	—
140—150	2,49	0,292	0,006	0,090	0,078	0,049	—	—	—
Разр. 32 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, слабосолонцеватая									
0—7	3,94	0,066	Нет	0,038	Нет	0,002	0,009	0,001	0,002
8—18	3,86	0,056	»	0,038	0,002	0,003	0,008	0,001	0,006
22—32	3,65	0,056	»	0,040	0,004	0,005	0,007	0,004	0,004
40—50	3,76	0,068	»	0,054	0,003	0,002	0,003	0,001	0,017
65—75	3,73	0,103	»	0,063	0,007	0,007	0,003	Следы	0,028
90—100	3,40	0,130	»	0,035	0,014	0,023	0,003	0,001	0,028
115—120	3,98	0,180	»	0,053	0,014	0,061	0,005	0,002	0,049
Разр. 46 Р, 1949. Серо-коричневая почва, солончаковато-сильносолонцеватая									
0—10	3,34	0,083	Нет	0,041	0,001	Нет	0,002	0,004	0,001
18—28	3,44	0,167	0,005	0,094	0,003	»	0,002	0,007	0,020
31—50	1,12	3,926	Нет	0,018	1,047	1,330	0,525	0,280	0,186
57—62	1,64	0,265	0,007	0,073	0,037	0,077	0,002	0,016	0,056
65—75	1,76	0,284	0,010	0,087	0,038	0,069	0,001	0,009	0,072
75—85	3,41	3,234	Нет	0,018	0,869	1,116	0,489	0,220	0,124

Таблица 17 (продолж

Глубина взятия образцов, см	Гигроскопическая влага, %	Плотный остаток, %	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··
			CO_3''	HCO_3'				
Разр. 21 Р, 1949. Сульфатно-содовый солончаковый солонец								
0—4	3,61	0,257	0,006	0,232	0,011	0,007	0,002	0,003
4—10	3,32	0,452	0,025	0,232	0,016	0,018	0,005	0,010
10—20	3,11	0,707	0,020	0,129	0,015	0,082	0,004	0,004
25—35	2,98	1,014	0,029	0,123	0,031	0,296	0,003	0,005
50—60	2,27	0,633	0,016	0,143	0,053	0,242	0,001	0,001
75—85	1,78	0,322	Нет	0,127	0,027	0,006	0,001	0,001

Примечание. Анализы произведены Р. А. Калашниковой в Лабор генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

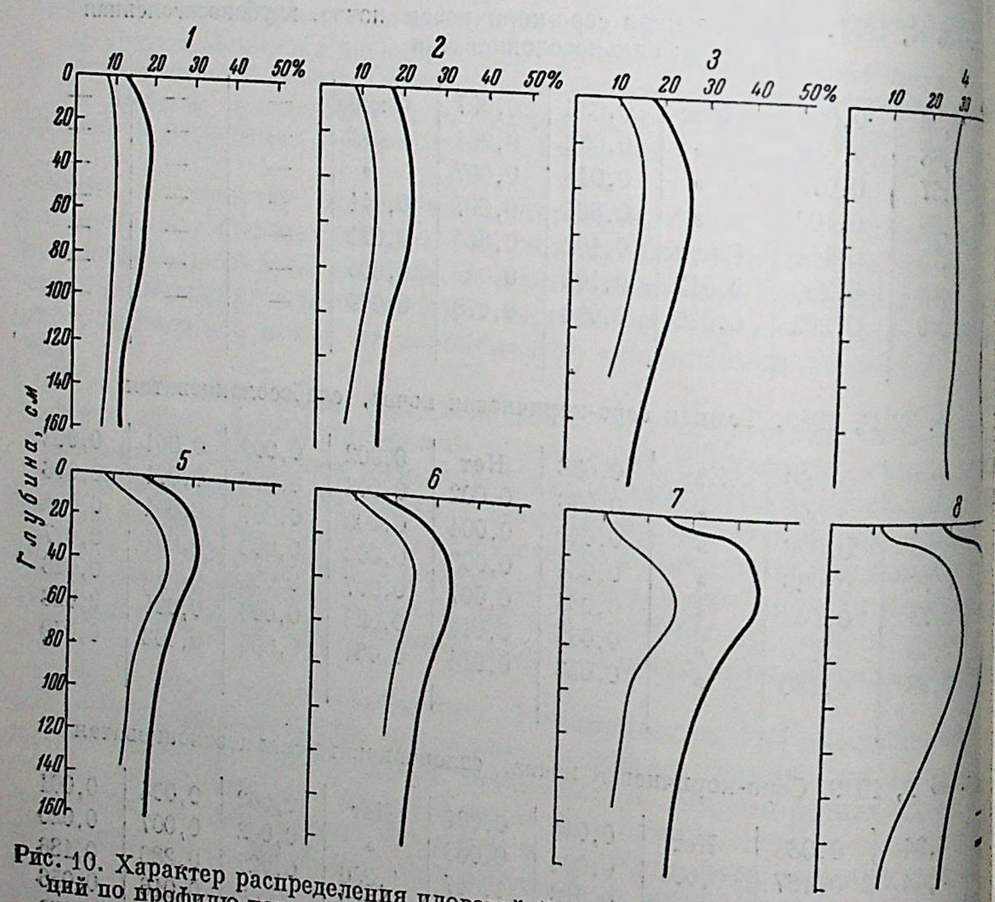


Рис. 10. Характер распределения иловатой (0,001 мм) и коллоидной (< 0,2 μ) ф ций по профилю почв в процентах на безгумусовое и бескарбонатное вещест

Серозёмы Средней Азии: *1* — светлые; *2* — обыкновенные; *3* — темные. Темнокаштановые Нижнего Поволжья; *4* — Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности:; *5* — свет *6* — обыкновенные; *7* — темные; *8* — коричневые кустарниково-сухостепные почвы Кура-Ара ской низменности (*а* — количество частиц < 0,2 μ; *б* — количество частиц < 0,001 мк

Таблица 18

Состав поглощенных оснований в солонцеватых почвах Кура-Араксинской низменности

Глубина взятия образца, см	Ca	Mg	K	Na	Сумма в м-экв на 100 г почвы	Ca	Mg	K	Na
	в м-экв на 100 г					в % от суммы			
Разр. 11 Р, 1949. Светлая серо-коричневая почва, солонцево-солончаковая									
0—4	13,72	4,85	0,15	1,39	20,11	68,2	24,1	0,8	6,9
4—13	15,82	6,50	0,05	1,30	23,67	66,9	27,4	0,2	5,5
13—19	14,12	5,67	0,28	0,35	20,42	69,2	27,7	1,4	1,7
20—30	10,73	5,02	0,03	0,52	16,30	65,8	30,8	0,2	3,2
40—50	5,88	6,09	0,05	3,96	15,98	36,8	38,1	0,3	24,8
Разр. 326 К, 1951. Обыкновенная серо-коричневая почва, глубокозасоленная, сильносолонцеватая. Древняя терраса р. Куры									
0—10	24,34	4,59	0,58	<0,44	29,95	81,3	15,3	1,9	1,5
20—30	26,91	9,63	0,47	<0,45	37,46	71,8	25,7	1,3	1,2
32—42	18,00	4,50	0,30	<0,44	23,25	77,4	19,4	1,3	1,9
62—72	10,06	6,45	0,30	1,54	18,35	54,8	35,2	1,6	8,4
84—94	8,57	7,89	0,30	3,40	20,16	42,5	39,1	1,5	16,9
103—113	7,94	8,04	0,30	5,88	22,16	35,8	36,3	1,3	26,6
140—150	10,15	6,04	0,30	5,18	21,67	46,8	27,9	1,4	23,9
Разр. 32 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, слабосолонцеватая									
0—7	16,96	3,94	1,48	0,50	22,88	74,1	17,2	6,5	2,2
22—32	11,57	7,07	0,66	0,46	19,76	58,6	35,8	3,3	2,3
40—50	8,98	9,12	0,64	0,88	19,62	45,7	46,5	3,3	4,4
65—75	7,83	12,08	0,54	1,07	21,52	36,4	56,2	2,5	4,9
90—100	5,99	11,27	0,33	0,48	18,07	33,2	62,4	1,7	2,7

Примечания. 1. Анализы произведены А. В. Козловой (разр. 32) и Р. А. Калашниковой (разр. 11) в Лаборатории генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

2. Поглощенные калий и магний определялись по модификации метода Шмука, а калий и натрий по Гедройцу. Калий и натрий в разр. 32 определялись объемным (K) и весовым (Na) методами, а в разр. 11 и 326 — спектрографически.

К числу характерных свойств зональных почв Кура-Араксинской низменности относится их высокая емкость обмена, о чем мы судим по сумме поглощенных оснований. Даже в малогумусных разновидностях, содержащих до 2—3% гумуса, емкость обмена достигает 18—28 м-экв на 100 г почвы, превышая в два-три раза величины, характерные для сероземов Средней Азии. Почвы с большим содержанием гумуса имеют емкость поглощения, равную 30—45 м-экв, т. е. достигающую величины, свойственной не только каштановым почвам, но и черноземам. Отсутствие достаточно ясной корреляции между содержанием гумуса и величиной емкости обмена

Таблица 19

Содержание илистой и коллоидной фракций (в %) в зональных

ра-Араксинской низменности на рыхлых материнских породах

Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		<0,2 μ	Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		<0,2 μ	Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		<0,2 μ
	а	*б*	*б*		*а*	*б*	*б*		*а*	*б*	*б*
Светлые серо-коричневые п											
Разр. 19 Р, 1949. Лугово-серо-коричневая почва. Нижняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. высота около 20 м				Разр. 11 Р, 1949. Нижняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. высота около 10 м				Разр. 15 Р, По… слабохолмистая … Малого Кавказа… высота 200…			
0—5	26,50	28,1	—	0—3	18,80	19,2	—	0—5	23,10	26…	
6—16	31,36	34,2	—	3—9	22,08	22,5	—	7—17	26,18	30…	
27—37	31,28	36,6	—	12—17	18,72	21,3	—	22—32	26,70	32…	
50—60	25,42	31,3	—	22—32	18,28	22,5	—	38—48	25,79	32…	
75—85	21,99	26,2	—	40—50	17,12	21,5	—	65—75	25,81	32…	
115—125	21,50	24,7	—	50—60	16,06	18,6	—	90—100	27,24	32…	
145—155	12,94	14,5	—	90—100	14,64	16,5	—	127—137	25,43	29…	
Темные серо-коричневые почвы								**Кори… устарниково-сухостепные почвы**			
Разр. 32 Р, 1949. Подгорная равнина Малого Кавказа с фисташковым редколесьем				Разр. 6 Р, 1945. Верхняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. высота 160 м				Разр. 21 Р, 1950. Р… ное плато в пред… Большого Кавказа… высота 300 м			
0—7	18,28	20,1	8,9	0—3	20,04	22,8	10,7	0—10	40,42	44,…	
8—18	21,21	23,6	11,1	3—13	26,58	30,0	14,3	12—22	45,82	49,…	
22—32	28,04	32,2	20,2	15—25	27,12	32,2	20,7	30—40	48,60	50,…	
40—50	31,54	37,4	24,9	35—45	34,12	40,6	26,4	60—70	37,56	46,…	
65—75	30,16	34,9	19,1	60—70	27,56	32,5	18,4	75—85	34,98	44,…	
90—100	21,90	24,5	12,4	80—90	20,99	25,1	12,6	95—105	33,50	44,…	
115—125	29,94	33,6	17,8	110—120	12,93	15,3	5,4	170—180	34,42	39,…	

Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		<0,2 μ	Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		<0,2 μ	Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		<0,2 μ
	а	*б*	*б*		*а*	*б*	*б*		*а*	*б*	*б*
Обыкновенные серо-коричневые почвы											
Разр. 34 Р, 1949. Средняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. высота 78 м				Разр. 66 Р, 1950. Древнеприбойный вал Апшеронского полуострова				Разр. 14 Р, 1949. Верхняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. высота 120 м			
0—5	14,14	15,8	4,0	0—5	песок Сыпучий		—	0—3	19,40	20,6	8,2
7—17	25,02	28,8	15,8	5—15	5,96	6,5	5,7	3—9	28,52	29,9	12,7
20—29	25,72	34,4	22,8	28—32	8,14	8,6	6,8	12—17	30,34	32,82	19,7
30—40	26,60	37,2	30,4	35—45	16,98	18,7	15,1	22—32	30,32	34,6	20,6
42—52	26,91	36,1	25,9	45—55	14,16	16,3	13,6	50—60	27,28	33,0	21,6
58—68	20,91	26,4	13,2	60—70	9,58	11,5	9,2	90—100	26,60	31,0	21,3
78—82	18,36	23,3	12,1	100—120	8,64	10,1	8,0				
90—100	20,12	23,0	13,5	150—160	8,40	10,1	8,4				
устарниково-сухостепные почвы											
Разр. 14 Р, 1950. Средняя часть подгорной равнины Талышских гор. Абс. высота около 10 м				Разр. 33 Р, 1950. Карбонатная в предгорьях Малого Кавказа				Разр. 371 Л, 1950. Равнинные площади в предгорьях Большого Кавказа. Абс. выс. около 280 м			
0—15	22,58	23,7	8,3	0—12	12,80	15,2	5,7	0—18	28,44	29,6	14,0
15—25	24,74	25,7	9,4	18—28	16,80	20,2	9,9	18—38	30,16	32,3	18,5
35—45	36,34	40,7	25,2	30—40	29,16	35,0	23,7	38—50	36,80	46,7	35,2
60—70	32,80	42,3	29,5	50—60	20,20	24,2	20,3	50—65	31,64	42,4	39,7
—	—	—	—	70—80	18,98	22,6	7,3	65—92	24,34	32,4	25,5
90—100	31,24	37,8	25,0	90—100	19,04	20,6	6,4	92—110	15,94	20,6	12,3
115—125	27,28	33,2	20,8	120—130	6,20	9,4	3,9	110—125	9,95	10,3	6,6
				140—150	5,32	7,7	3,7	125—150	12,62	13,7	6,3
								150—175	17,92	20,4	13,3

Примечания. 1. Анализы произведены Е. А. Чакветадзе (разр. 15, … Почвенного института АН СССР.
2. *а* — данные на воздушно-сухую навеску, *б* — в перечислении на безгумусную … Мельниковой (остальные) в Лаборатории генезиса и мелиорации засоленных почв … скарбонатное вещество.

указывает, что она обусловлена главным образом веществами минера… ной природы, как и во всех других почвах пустынно-степного и су… степного пояса.

Самой существенной особенностью зональных почв равнин и пред… рий Кура-Араксинской низменности является высокая оглиненно… почвенного профиля вообще и средней его части в особенности. К… уже указывалось, эта высокая оглиненность хорошо прослеживается … морфологическом исследовании почв. Это служит главным отличитель… признаком рассматриваемых почв от сероземов и несолонцеватых … штановых почв коренных областей их распространения и сближает с горнокоричневыми и типичными (не оподзоленными) бурыми лесными почвами.

Еще более определенно эта оглиненность выступает при рассмотрении данных механических анализов. Как видно из табл. 19 и рис. 10, средняя часть профиля во всех исследованных почвах резко выделяется повышенным содержанием илистых и коллоидных частиц по сравнению с верхними горизонтами и слоями материнских пород. Особенно выпукло это различие проявляется в отношении коллоидной фракции.

Степень выраженности оглиненности не одинакова. По имеющимся

данным, она сильнее проявляется на легких породах. Это по
достаточно хорошо иллюстрируется сопоставлением данных по
и 33, развитых на легких породах, с данными по почвам тяжелого
ческого состава (разр. 15, 32, 21 и др.). Причины этого различия
на легких породах, вследствие лучшей доступности их воздействию
гидротермических агентов, эффекты оглинения естественно должны
ярче, чем на породах тяжелого механического состава.

Отмечается также, что с развитием почвообразования, т. е.
перехода от светлых серо-коричневых почв к коричневым кустар
сухостепным почвам степень оглиненности возрастает; это видно
сопоставить почвы, развитые на более или менее одинаковых по
ческому составу породах (срав. раз. 15 и 32 с разр. 14Р, 1950 и 21
11 с разр. 6). Характерно, что в исследованных солонцеватых почва
11 и 32) оглиненность средней части оказалась не выше, чем в поч
затронутых солонцеватыми процессами, хотя нужно было бы ож
обратного.

Высокая оглиненность почвенного профиля как одна из харак
особенностей зональных почв Кура-Араксинской низменности д
вается и данными табл. 20, в которой приведены результаты исслед
по содержанию илистой и коллоидной фракций в почвах, развит
плотных породах различного происхождения и петрографического
ва. В этих условиях также проявляется интенсивно происходящее
нение почвенного профиля, сопровождающееся огромным накоп
частиц коллоидного размера.

Максимальное проявление этой оглиненности приурочено к с
части профиля или к нижней в случаях близкого залегания от п
ности не щебневатых обломков коренных пород, а их плотных пл
что наблюдается в разр. 4 и 40.

Количество образующихся в процессе выветривания и почвооб
вания тонких глинистых частиц достигает 20—60 %, а коллоид
15—55%, т. е. в несколько раз превышает величины, характе
для почв на плотных породах, образующихся в условиях серозе
бурой и сухостепной зон Средней Азии, Казахстана и Ни
Поволжья.

Такое интенсивно протекающее в условиях Кура-Араксинской
менности оглинение почвенной массы на плотных породах разли
происхождения при отсутствии проявления солонцеватости дает ос
ние высказать предположение об элювиальной природе этого оглине
Очевидно, что этот взгляд мы теперь с еще большим основанием вп
распространить и на рассмотренные выше почвы, развивающиеся на
лых материнских породах подгорных равнин, где, как уже указыва
элювиальная оглиненность может местами осложняться явлениями
лонцевания.

Несомненно также, что с усилением степени выщелоченности пр
ходит некоторое перемещение тонкодисперсных частиц по почвенн
профилю. Весьма вероятно, что эти явления находят свое отражение в
чвенном профиле типичных коричневых кустарниково-сухостеп

[1] Под элювиальным оглинением, как и в предыдущих наших работах (1949, 19
мы понимаем обогащение почвенного профиля по сравнению с материнской пор
тонкими (илистыми и коллоидными) частицами, которое происходит под влия
почвообразования и выветривания, без участия или при крайне ограниченном уча
процессов иллювипирования, т. е. перемещения этих частиц из верхних горизо
почвы в нижние в результате сильного выщелачивания, процессов оподзолива
осолонцевания, осолодения.

Таблица 20

Содержание илистой и коллоидной фракций в зональных почвах Кура-Араксинской низменности на плотных породах (в %)

Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		< 0,2 μ	Глубина взятия образца, см	< 0,001 мм		< 0,2 μ
	а	*б*	*б*		*а*	*б*	*б*
Разр. 65 Р, 1950. Светлая серо-коричневая почва на щебнистом элювии глинистых песчаников. Апшеронский полуостров				Разр. 34 Р, 1950. Светлая серо-коричневая почва на щебнисто-галечниковом пролювии изверженных пород. Шлейф северных склонов М. Кавказа. Абс. выс. около 300 м			
0—10	18,88	23,1	17,3(?)	0—3	17,87	—	9,89*
11—21	21,80	26,5	15,2	3—10	14,18	—	9,05*
25—35	20,94	27,7	19,7	11—21	19,56	—	12,22*
40—50	18,28	25,5	20,5	23—35	19,04	—	11,68*
Разр. 19 Р, 1950. Темная серо-коричневая почва на элювии известняков. Нижняя часть склона Б. Кавказа. Абс. выс. около 400 м				Разр. 27 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва на элювии глинистых сланцев. Предгорья Б. Кавказа. Абс. выс. около 200 м			
0—10	26,69	32.7	23,8	0—7	32,68	40,5	—
30—40	50,38	52,4	33,7	8—18	37,56	45,1	—
50—60	51,05	53,0	39,7	26—36	37,26	45,6	—
70—80	48,59	50,8	28,2	50—60	37,42	46,4	—
Разр. 4 Р. Темная серо-коричневая почва на элювии известняков. Предгорья М. Кавказа. Абс. выс. 480 м				Разр. 3 Р, 1949. Коричневая сухостепная на элювии известняков. Предгорья М. Кавказа. Абс. выс. 580 м			
0—5	26,71	35,0	18,5	0—20	26,53	43,7	32,0
10—15	32,34	44,5	29,9	24—29	24,29	46,7	43,0
25—36	30,12	44,1	29,3	31—36	20,03	60,3	54,5
40—47	31,76	60,1	42,5	40—45	16,78	50,2	43,2
65—70	33,88	64,0	46,2	50—55	14,01	47,0	33,8
				70—80	5,67	25,1	16,1
				100—110	3,49	26,5	14,3
Разр. 40, 1949. Горно-коричневая лесная на элювии порфирита. Область низкогорий М. Кавказа. Абс. выс. около 900 м				Разр. 51 Р, 1950. Terra rossa. Предгорья Большого Кавказа			
0—4	22,93	25,8	13,2	0—6	28,18	28,2	—
10—20	28,17	30,5	19,5	7—12	38,40	38,4	—
30—40	29,80	31,5	20,8	12—22	40,88	40,9	—
				26—36	34,70	59,4	—
				55—65	8,32	31,6	—
				известняк (выветрелый)	2,90	6,7	—

Примечания. * Данные на сухую навеску; по остальным разрезам содержание коллоидной фракции пересчитано на безгумусовую и бескарбонатную навеску.

1. Анализы произведены Е. А. Чакветадзе (разр. 3, 4, 40) и Г. Мельниковой (остальные) в Лаборатории генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

2. *а* — данные на воздушно-сухую навеску; *б* — в перечислении на безгумусовое и бескарбонатное вещество, в разрезе 51—в пересчете на бескарбонатное вещество.

почв, как не вскипающих в верхних горизонтах, т. е. лишенных ул
лых солей кальция и магния, а поэтому могущих иметь в периоды
ного увлажнения слабокислую реакцию почвенного раствора.

Таким образом, природа оглинения в зональных почвах Кур
ксинской низменности та же, что и во всех других почвах аридной
аридной части субтропического пояса, к крайнему континента
звену которого нами относится сероземная зона Средней Азии (Р
1949, 1951). Поэтому в сероземах оглиненность почвенного профи
ражена еще слабо, в морфологически неясных формах — в форме
того оглинения» по нашей терминологии. Значительно более интен
характер оглинения в зональных почвах Кура-Араксинской низме
выражающийся в громадном накоплении илистых и коллоидных
и проявляющийся в хорошо морфологически различимых формах
основание выделить эти почвы в особую группу почвенных образ
аридной части субтропического пояса.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КОЛЛОИДНОЙ ФРАКЦИИ

Для лучшего выяснения генетического положения рассматри
почв необходимо познакомиться с составом илистой и коллоидной
ций. К сожалению, имеющиеся материалы по этому вопросу пока
чены.

Характерной особенностью химического состава коллоидной ф
зональных почв Кура-Араксинской низменности является относи
повышенное содержание в них кремнезема. По данным анализов, к
ство SiO_2 в пересчете на прокаленное вещество колеблется в предела
59%, в то время как в сероземах Средней Азии и каштановых почв
составляет 50—56% при почти одинаковом количестве Fe_2O_3. Содер
же глинозема в коллоидах зональных почв Кура-Араксинской н
ности несколько меньше, чем в коллоидах сероземов. Характерна
же несколько меньшая обогащенность первых окисями магния
лия, особенно заметная по отношению к кремнезему (табл. 21 и 2

Вследствие повышенной кремнеземистости коллоидов зональны
Кура-Араксинской низменности молекулярные отношения крем
к глинозему и R_2O_3 у них более широкие, чем в коллоидах сер
и каштановых почв при довольно близких величинах отношения к
земов к Fe_2O_3.

Отмечается некоторое сужение этих отношений в наиболее оглин
горизонтах, указывающее на накопление здесь полуторных ок
Однако это обогащение не столь отчетливо выражено, как в колл
сероземов на лессах. Если же принять во внимание количество ко
ных частиц, то аккумуляция Fe_2O_3 и Al_2O_3 в коллоидной фракции
ней части профиля зональных почв Кура-Араксинской низменност
ступает значительно резче и в более высоких абсолютных величина
в коллоидах сероземов и каштановых почв (табл. 23).

Приведенные данные ясно показывают, что процессы почвообра
ния и выветривания в условиях Кура-Араксинской низменности,
вождающиеся накоплением больших количеств глинистых минер
протекают интенсивнее, чем в сероземной зоне Средней Азии и зоне
тановых почв, и приводят к образованию веществ несколько особог
мического состава.

Специфичность вещественного состава коллоидной фракции дов

вается также данными рентгенографического и термического анализов (табл. 24, рис. 11)[1].

Эти исследования установили полную идентичность вещественного состава коллоидной фракции всех исследованных зональных почв равнин и предгорий Кура-Араксинской низменности, ранее относившихся к трем различным почвенным типам: сероземам, бурым и каштановым почвам.

Преобладающим глинным материалом во всех исследованных почвах рассматриваемой территории является бейделлитизированная гидрослюда, т. е. слюдистый минерал, находящийся в стадии перехода в типичный бейделлит.

В сероземах же Средней Азии, по данным И. Г. Цюрупа и Е. А. Шурыгиной, преобладающим глинным минералом является феррибейделлит (Розанов, 1951). Для почв степного ряда (черноземов и каштановых) таким господствующим минералом считается монтмориллонит (Прасолов и Антипов-Каратаев, 1939; Седлецкий, 1945).

Из этого сопоставления можно сделать вывод, что выветривание и почвообразование в условиях рассматриваемой территории хотя и сопровождаются накоплением громадных количеств тонкодисперсных продуктов, но последние представляют собой более юные стадии метаморфизма первичных минералов, чем в областях сероземообразования.

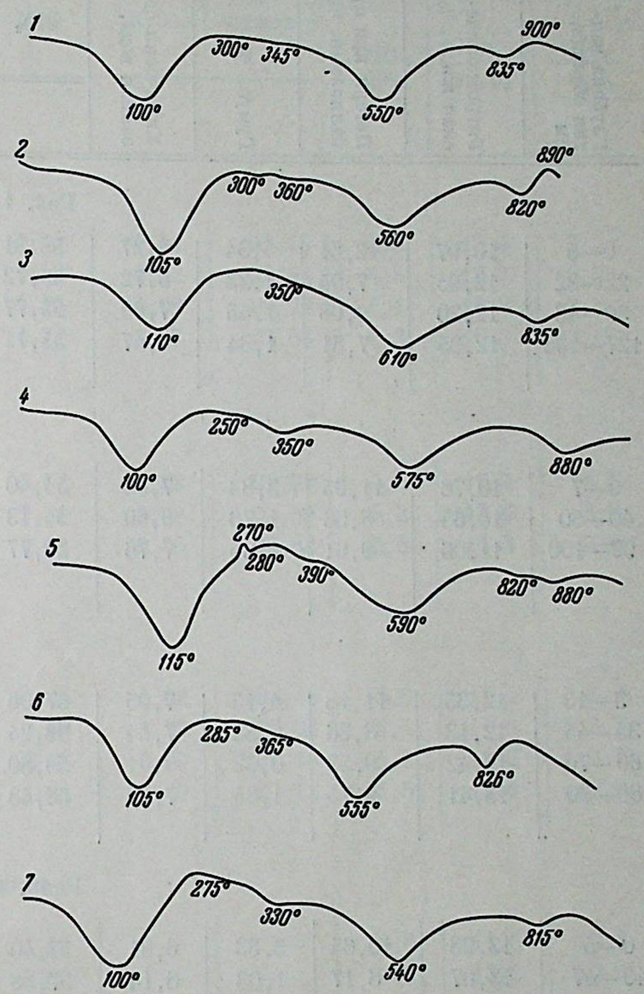


Рис. 11. Кривые нагревания фракции меньше 0,001 мм.

1 — разр. 4, темная серо-коричневая почва на элювии меловых известняков. Глубина 40—47 см; *2* — разр. 6, глубина 35—45 см; темная серо-коричневая почва; *3* — разр. 15, глубина 38—48 см; светлая серо-коричневая почва, переходная к обыкновенной; *4* — разр. 23, глубина 40—50 см; красноцветные продукты выветривания третичного песчаника; *5* — разр. 3, глубина 40—55 см; коричневая сухостепная остаточно-карбонатная почва; *6* — разр. 32, глубина 40—60 см; темная серо-коричневая почва; *7* — разр. 40, глубина 30—40 см; коричневая горно-лесная почва на элювии порфирита.

По нашим дополнительным данным, фракция 1—0,2 μ зональных почв Кура-Араксинской низменности выделяется от соответствующей фракции сероземов (разр. 48) более высоким содержанием гидрослюд

[1] Анализы произведены в Рентгеновской лаборатории Почвенного института АН СССР И. Г. Цюрупа и Е. А. Шурыгиной под руководством Н. И. Горбунова.

Таблица 21

Данные валовых анализов коллоидной ... альных почвах Кура-Араксинской низменности

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Потеря при прокаливании, %	Гумус, %	Химически связанная вода, %	SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	SO_3	MnO	CaO	MgO	K_2O	Сумма	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
Разр. 15 Р, 1949. Светлая серо-... ...енное вещество																		
0—5	10,97	12,61	4,34	8,27	55,51	31,56	10,96	19,...	...,29	0,06	0,70	2,18	4,60	4,54	99,15	4,8	13,5	3,5
22—32	12,95	7,95	1,23	6,72	55,72	33,34	11,68	20,8...	...,19	0,14	0,80	0,0	4,52	4,42	98,94	4,5	12,7	3,3
39—48	12,20	9,08	1,45	7,63	55,77	33,14	13,74	18,4...	...,18	0,05	0,88	0,70	5,16	4,08	99,78	5,1	10,8	3,5
127—138	12,35	7,81	1,34	6,47	55,11	32,59	14,22	17,...	...,16	0,41	0,82	0,49	4,77	3,67	97,86	5,3	10,3	3,5
Разр. 32 Р, 19... ...о-коричневая почва																		
0—7	10,76	11,65	3,83	7,82	54,40	26,56	8,85	16,6...	...,68	0,92	0,07	0,55	6,17	3,32	91,99	5,5	16,4	4,1
40—50	10,65	8,36	1,76	6,60	55,13	29,73	10,82	18,2...	...,17	0,35	0,09	0,29	7,31	2,99	95,89	5,2	13,6	3,8
90—100	11,06	9,61	1,85	7,76	54,77	27,86	10,22	17,0...	...,14	0,36	0,07	0,53	6,63	2,60	92,82	5,5	14,3	3,9
Разр. 6 Р, 19... ...о-коричневая почва																		
3—13	12,35	11,18	4,13	7,05	57,06	32,05	13,78	17,3...	...,35	0,11	0,26	0,12	4,86	4,02	98,48	5,6	11,1	3,8
35—45	12,13	8,36	0,82	7,54	58,24	32,77	13,69	18,1...	...,25	0,14	0,25	0,00	4,40	3,22	99,02	5,4	11,5	3,7
60—70	13,42	9,53	0,52	9,01	58,80	32,52	11,88	19,7...	...,28	0,05	0,34	0,25	4,41	3,79	100,16	5,1	13,2	3,7
80—90	13,41	9,75	1,65	7,10	58,43	30,74	11,90	17,9...	...,29	0,28	0,34	0,00	4,64	3,29	97,72	5,5	13,1	3,9
Разр. 4 Р, 1949. Темная серо-... ...ва на элювии меловых известняков																		
0—5	13,28	10,64	3,83	6,81	57,40	32,32	10,66	20,9...	...,19	0,68	0,06	0,65	4,29	—	—	4,6	14,5	3,5
40—47	13,07	8,17	1,03	8,14	57,38	34,03	11,33	22,0...	...,09	0,24	0,05	0,50	4,05	—	—	4,6	13,5	3,3
Разр. 3 Р, 1949. Коричневая сухостепная ... ...но карбонатная на элювии меловых известняков																		
0—20	13,08	11,09	3,20	7,89	57,91	33,25	11,37	21,0...	...,24	0,22	0,03	0,52	4,16	Не опре-	—	4,7	13,6	3,4
24—36	15,30	8,05	1,24	6,81	57,38	34,26	11,61	21,9...	...,18	0,30	0,03	0,77	3,95	делялось	—	4,4	13,2	3,3
40—55	14,93	9,54	1,34	8,20	56,34	32,01	9,06	22,3...	...,11	0,38	0,06	1,62	3,98		—	4,3	16,4	3,4
Разр. 40 Р, 1949. Коричнев... ...ная на элювии порфирита																		
0—4	11,32	18,04	11,11	6,93	53,68	33,20	10,76	21,5...	...,40	0,28	0,12	0,15	3,75	2,52	93,70	4,2	13,3	3,2
30—40	11,26	14,18	4,12	10,06	54,91	35,29	11,42	23,0...	...,20	0,29	0,12	0,63	3,67	2,18	97,09	4,1	13,0	3,1

Примечание. Анализы произведены Р. А. Калашниковой в Лабора... ...генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.

Данные валовых анализов коллоидной фракции серозем

Таблица 22

ии и каштановых почв Нижнего Поволжья и Казахстана

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Потеря при прокаливании, %	Гумус, %	Химически связанная вода, %	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
						ленное вещество							
Разр. 46 Р, 1936. Светл													
30—40	11,77	13,93	3,40	10,53	53,16								
150—160	15,66	15,01	2,12	13,89	52,91								
						подной степи (Розанов, 1951)							
						10,58	21,35	0,02	4,08	2,86	4,2	13,4	3,2
						10,57	19,71	0,09	4,76	2,36	4,6	13,3	3,4
Разр. 48 Р, 1949. Обыкновенный сер													
0—10	11,35	16,02	4,64	11,38	50,85								
25—45	11,56	10,88	Не опред.	—	51,49								
50—70	12,04	10,77	1,65	9,12	51,93								
110—150	12,92	10,55	1,34	9,21	51,16								
170—220	12,29	11,61	1,85	9,76	51,89								
						ный к светлому, район ст. Арысь							
						10,64	20,34	1,35	5,98	—	4,2	12,8	3,2
						10,04	20,54	0,00	6,46	3,73	4,5	13,8	3,3
						9,30	19,96	0,00	4,86	3,83	4,4	14,9	3,4
						9,78	19,98	0,32	5,33	3,54	4,5	14,5	3,5
						8,88	20,26	0,62	6,81	3,54	4,4	15,1	3,4
Разр. 19 Р и Л, 1936. Темный						он Чимкента (Розанов, 1951)							
0—10	9,08	15,40	7,72	7,68	51,24								
22—32	10,07	11,03	3,83	7,20	52,26								
90—100	12,23	10,04	2,31	7,73	55,89								
							12,21	24,37	0,90	5,68	—	3,6	11,2	2,7
							11,59	23,77	0,67	4,20	—	3,7	11,9	2,9
							10,31	21,90	0,68	3,88	—	4,3	14,5	3,3
Разр. 15 Р, 1944. Темный сер						ский хребет (Розанов, 1951)							
0—10	12,16	22,24	12,99	9,25	51,85								
35—45	12,32	14,44	7,41	7,03	52,00								
110—120	15,30	12,61	4,64	7,93	52,72								
							12,12	22,49	0,02	3,91	4,74	3,9	11,3	2,9
							12,69	22,67	Нет	4,07	4,42	3,9	11,0	2,9
							12,35	20,76	»	3,97	4,82	4,3	11,4	3,1
Разр. 6 Р, 1935. Темный серозем						нита (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)							
0—10	9,28	25,86	18,13	7,73	54,97								
15—20	9,36	19,21	12,62	6,59	50,59								
30—40	8,64	16,68	12,47	4,21	52,65								
50—60	7,08	16,85	12,55	4,30	53,21								
							12,31	21,29	2,11	4,19	3,54	4,4	11,9	3,2
							13,61	24,22	1,81	4,54	3,46	3,5	10,0	2,6
							13,00	23,49	2,41	4,59	2,58	3,8	10,8	2,8
							13,00	23,68	1,77	4,39	2,47	3,8	11,0	2,8
Разр. 144, Белов. Светлокаштановая на зап						а. Казахстан (Пономарев и Антипов-Каратаев, 1947)							
0—7	8,60	16,46	15,32	1,33	49,84								
15—25	9,14	15,05	5,53	5,91	53,40								
							11,01	27,97	1,31	3,52	3,57	3,0	11,8	2,4
							10,25	26,29	1,10	3,76	3,12	3,4	13,8	2,8
Разр. 26. Темнокаштановая почва Нижне						(Прасолов и Антипов-Каратаев, 1939)							
0—15	15,13	21,30	9,99	11,31	55,28								
15—25	14,68	17,89	6,17	11,72	55,66								
85—105	10,97	10,81	1,44	9,37	56,61								
							12,69	24,42	0,40	3,33	2,82	4,0	11,7	3,0
							12,98	23,53	0,32	3,44	2,83	4,0	11,4	3,0
							13,24	23,84	0,26	3,29	2,04	4,0	11,4	3,0

Таблица

Валовое количество SiO_2, Fe_2O_3 и Al_2O_3 в коллоидах при учете количества содержания последних

(в % на прокаленное вещество)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	№ разреза	Глубина взятия образца, см	SiO_2	Fe_2O_3
Почвы Кура-Араксинской низменности								
15	0—15	6,2	1,2	2,3	3	0—20	18,5	3,6
	22—32	10,8	2,3	4,1		24—36	48,7	5,7
	38—48	10,9	2,7	3,6		40—45	43,2	3,9
	127—137	9,1	2,4	2,9		70—75	16,1	0,9
6	3—13	8,2	2,0	2,5				
	35—45	15,4	3,6	4,8				
	60—70	10,8	2,2	3,6				
	80—90	7,4	1,5	2,8				
Сероземы Средней Азии (разр. 48 и 15) и темнокаштановые почвы Завол (разр. 26)								
48	0—10	4,7	1,0	1,9	26	0—15	15,9	3,6
	25—45	4,9	1,0	2,0		15—25	14,8	3,5
	50—70	5,0	0,9	1,9		85—105	16,6	3,9
	110—150	4,4	0,9	1,9				
15	0—10	5,1	1,2	2,2				
	35—45	7,8	1,9	3,4				
	110—120	4,7	1,1	1,9				

и кварца, а коллоидная — меньшим количеством минералов монтмо лонитовой группы.

По содержанию свободной окиси железа коллоиды зональных Кура-Араксинской низменности оказались менее обогащенными, чем лоидная фракция сероземов (табл. 25). Эта особенность вещества состава, повидимому, связана с тем, что значительная часть Fe_2O_3 в лоидах рассматриваемых почв находится в окристаллизованной фор в виде гетита (лимонита), как об этом говорят данные термических дований.

В общем итоге данные рентгенографии и термики удовлетворит согласуются с результатами валового химического состава колл и, в частности, как нам кажется, объясняют причины относительно шенного содержания в них кремнезема.

ПОЛОЖЕНИЕ СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ В ОБЩЕЙ СИСТЕМАТИКЕ П

Приведенные выше фактические данные достаточно обосновыва обходимость выделения в рассматриваемой части Восточного Закав особых почв зонального типа, поскольку они по морфологическим, фи химическим и другим признакам и условиям развития существенно отличаются от всех других типов почв, с которыми ранее аналогизировались.

Для этой новой группы почвенных образований мы остановились на названии «серо-коричневые почвы» потому, что по свойственной им высокой оглиненности и другим признакам они, несомненно, тяготеют к группе коричневых почв ксерофитных лесов и кустарников, впервые описанных Захаровым (1904, 1924) и прочно вошедших в почвенную литературу Кавказа благодаря работам Герасимова (1949).

Как бы связующим звеном между последними и серо-коричневыми почвами пустынных степей являются выделяемые нами и кратко очерченные выше «коричневые кустарниково-сухостепные почвы», которые раньше обычно относились к темным каштановым и серо-каштановым почвам. Как уже указывалось, основное отличие их от серо-коричневых заключается в отсутствии карбонатности с поверхности, в большем содержании гумуса и в более развитом гумусовом и карбонатном профиле. Оглиненность в них достигает максимального выражения. Полоса распространения этих почв почти вся освоена под богарное и поливное земледелие. Хотя многие из коричневых кустарниково-сухостепных почв развились на месте бывших ксерофитных (преимущественно дубовых и грабово-дубовых) лесов, тем не менее не приходится сомневаться, что такого же типа почвы образовывались и в прошлом, так же как они формируются и в настоящее время под сухостепным разнотравием с редкими кустарниками (пали-урус и др.).

Таким образом, в условиях Кура-Араксинской низменности процессы почвообразования в области равнин, предгорий и низкогорий выражаются по существу в одном направлении — в формировании слабо гумусированных, карбонатных и сильно оглиненных почвенных образований, различающихся в основном по степени гумусности, выщелоченности и оглиненности и по характеру растительных группировок. Отсюда вытекает и другое важное обстоятельство, а именно: горно-коричневые почвы ксерофитных лесов горных склонов, которые при прежних установках в систематике почв трактовались изолированно от почв более низких поясов, в настоящее время нашли свое определенное место и увязываются в единый генетический ряд с серо-коричневыми и коричневыми кустарниково-сухостепными почвами равнин и предгорий. Последнее положение, в правильности которого вряд ли можно сомневаться, представляется особенно важным. Оно дает, как нам кажется, достаточно оснований для выделения в пределах равнинного, предгорного и низкогорного Азербайджана и других районов исследованного Восточного Закавказья особой серо-коричневой или коричнеземной зоны, которая по совокупности свойственных ей гипергенных, почвенных и биогенных процессов не может быть приравнена к какой-либо из существующих почвенных зон.

С почвенно-географической точки зрения серо-коричневую зону следует рассматривать в системе южных почвенных зон как промежуточное звено между зоной влажных субтропических (красноземных и желтоземных) почв и более сухой и континентальной сероземной зоной.

Область распространения серо-коричневой зоны на земном шаре, вероятно, окажется очень большой. Многие почвы в Северной Америке, Африке и в Южной Европе, выделяемые раньше как сероземы, бурые пустынно-степные и каштановые почвы, повидимому, при ближайшем рассмотрении должны быть отнесены к серо-коричневым в нашем понимании.

Выделяемые М. А. Глазовской в Австралии серо-коричневые почвы во многом близки с описываемыми зональными почвами рассматриваемой

Таблица 24

Данные рентгенографического и термического анализов илистой (< ... й фракций, выделенных из зональных почв Кура-Араксинской низменности едней Азии

№ разреза и глубина взятия образца, см	Название почв	Процентное содержание минералов во фракции 1—0,2 μ					Процентное содержание минералов во фракции <0,2 μ					Результаты термических исследований фракции 1—0,2 μ
		монтмориллонитовая группа	слюды (гидрослюды)	каолинит (гидрослюда)	кварц	другие минералы	монтмориллонитовая группа	слюды (гидрослюды)	каолинит (гидрослюды)	кварц	характер фона на рентгенограмме	преобладающие глинистые минералы
15 Р, 1949 38—48	Светлая серо-коричневая почва, переходная к обыкновенной	~10	~15	~10	~5	Нет						
32 Р, 1949 40—50	Темная серо-коричневая почва	10—20	~30	~10	7—8	»						
6 Р, 1949 35—45	То же	~30	~10	Следы	~8	Небольшое количество полевых шпатов, железистых минералов[1]						
4 Р, 1949 40—47	Темная серо-коричневая почва на элювии меловых известняков	30—40	10—15	10—15	6—8	Нет						
3 Р, 1949 40—55	Коричневая сухостепная остаточно-карбонатная на элювии меловых известняков	Не определялось										
40 Р, 1949 30—40	Коричневая горно-лесная на элювии порфирита	10—20	~30	~10	7—8	Нет						
23 Р, 1949 40—50	Красноцветные продукты выветривания третичного песчаника	~20	~30	20—30	~8	Довольно много лимонита						
48 Р, 1949 50—90	Серозем обыкновенный на лессе, переходный к светлому. Средняя Азия	30—40	5—10	<5	1—2	Нет						

[1] Возможно присутствие биотита, диаспора, вермикулита.

Примечание. Съемка и расшифровка рентгенограмм произведена И. Г. [illegible] термограмм — Е. А. Шурыгиной в Рентгеновской лаборатории Почвенного института АН СССР.

Таблица

Данные определения в коллоидах свободной окиси железа по методу Дре Труога

Зональные почвы Кура-Араксинской низмен.						Сероземы Средней Азии			
№ разреза	глубина взятия образца, см	% по валовым анализам	% свободной окиси железа			№ разреза	глубина взятия образца, см	% по валовым анализам	% свободной окиси железа
			на навеску при 105°	на прокаленную навеску	в % от валового				на навеску при 105°
15 Р, 1949	0—5	10,96	2,93	3,34	30,5	46 Р, 1936	12—22	10,58	3,53
	22—32	11,68	2,36	2,53	21,7	43 Р, 1936	30—40	10,72	3,73
	38—48	13,74	3,14	3,65	26,2	48 Р, 1949	0—10	10,64	3,32
	127—137	14,22	2,47	2,96	20,8		25—35	10,04	3,01
32 Р, 1949	0—7	8,85	4,42(?)	4,99	50,6		50—70	9,30	2,27
	40—50	10,82	2,80	3,05	28,2		110—134	9,78	3,11
	90—100	10,22	2,81	3,09	30,2	19 Р, 1938	10—20		
6 Р, 1949	3—13	13,78	3,53	3,96	28,8		36—46		
	35—45	13,69	2,97	3,24	23,7		70—80		3,85
	60—70	11,88	3,01	3,33	28,0	15 Р, 1944	0—10	12,12	4,51
	80—90	11,90	3,01	3,30	28,0		35—45	12,69	5,04
4 Р, 1949	0—5	10,66	2,70	3,02	28,3		110—120	12,35	4,26
	40—47	11,33	2,69	2,93	25,9				
3 Р, 1949	0—20	11,37	3,20	3,60	31,7				
	24—36	11,61	2,82	3,07	26,5				
	40—45	9,06	2,75	3,04	33,8				
40 Р, 1949	0—40	10,76	3,32						
	30—40	11,42	3,71						

Примечание. Анализы произведены А. В. Козловой в Лаборатории по и мелиорации почв Почвенного института АН СССР.

территории. Из материалов, приведенных в статье Muir (1951) о п Сирии, следует, что почвообразование в этих частях Малой Азии р вается в направлении, близком к тому, что наблюдается в Вост Закавказье, но, как и следовало ожидать, имеются и крупные раз в этом отношении, обусловленные более северным положением п него.

Что касается предложения о выделении особой Восточно-Закав ской провинции сероземных, бурых и каштановых почв, то пока она не нашло своего обоснования, поэтому наши высказывания по этому воду были бы преждевременными. Однако укажем, что данных для обоснования мы не видим ни в характере протекающих почвенных цессов, ни в физико-географических условиях почвообразования, не подвергнуть коренному пересмотру сложившиеся представления роземообразовании, о бурых пустынно-степных и каштановых по коренных областей их распространения.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОГРАФИИ ПОЧВ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ИХ СИСТЕМАТИКА

Закономерности географического распространения различных почв, образующих почвенный покров рассматриваемой территории, очень сложны и еще недостаточно изучены.

Равнины и предгорья Кура-Араксинской низменности пережили большую геологическую историю, неодинаковую для различных ее частей. Эта история запечатлена в весьма сложной стратиграфии и тектонике окаймляющих ее горных сооружений, в пестрой литологии слагающих их горных пород, в неоднократных трансгрессиях и регрессиях Каспийского моря, распространявшихся на значительную часть низменности, в блужданиях рек Куры и Аракса, в смещениях зон выклинивания подземных вод и в процессах разнообразных видов денудации поверхности. Изменялись также и биоклиматические условия в связи с трансгрессиями Каспийского и Черного морей и менявшейся орографической обстановкой. Не будет ошибкой сказать, что Кура-Араксинская низменность по сложности природных условий превосходит все другие области пустынно-степного и сухостепного пояса, и потому обрисовать распространение различных видов почв в Кура-Араксинской низменности очень трудно. Мы ограничимся некоторыми общими замечаниями по данному вопросу.

Типичное развитие серо-коричневых и коричневых кустарниково-сухостепных почв наблюдается на сравнительно ограниченной территории. Более или менее значительные контуры этих почв приурочены к областям подгорных равнин, предгорий, а местами и низкогорий, и прослеживаются, начиная от Ленкоранской и Южной Мугани, по всему подножию и подгорным равнинам Малого Кавказа до границ с Восточной Грузией. Довольно большие площади этих почв слагают Джайранчоль и Аджинаурскую степь.

В области южных склонов Большого Кавказа полоса распространения этих почв сильно суживается. В типичном своем виде они здесь встречаются лишь в районах предгорий (Кара-Мэрьянское плато и др.) и высоких древних террас (Падарский увал). По направлению к Каспию полоса их развития расширяется, захватывая значительные площади восточной части предгорий и низкогорий Большого Кавказа.

Характерно, что в юго-восточной части рассматриваемой территории развитие этой группы почв протекает на более низких абсолютных отметках, чем в западной. Например, коричневые кустарниково-сухостепные почвы в южной Мугани встречаются на высотах около 10 м, в то время как западнее они появляются на 300 м, а в самой западной части Кировабад-Казахского массива на высотах около 600 м. В этом нельзя не видеть мощного, еще недостаточно оцененного влияния Каспийского моря на биоклиматические условия, а следовательно, и на формирование почвенного покрова.

Усиливающаяся к западу и северо-западу от Каспийского моря аридность вызывает уменьшение мощности гумусовых профилей, степени выщелоченности и оглиненности и приводит к приобретению рыхлыми материнскими породами свойств облессованности. В этом нам пришлось убедиться в 1951 г. при исследовании Кировабад-Казахского массива, в котором почвы нижних поясов по своей осветленной гумусовой окраске, слабо выраженной оглиненности, по характеру карбонатного профиля и по довольно хорошей облессованности древнеаллювиальных отложений больше, чем какие-либо другие почвы, приближаются к сероземам Средней Азии.

Большое распространение осадочных третичных пород по ск
Большого Кавказа, дающих при разрушении очень тяжелые по м
ческому составу элювии и пролювиальные отложения, естественно р
замедляют здесь развитие серо-коричневых почв, подверженных к то
плоскостной эрозии. Этому замедлению способствует также повыш
здесь аридность климата. Поэтому подгорные равнины южных ск
Большого Кавказа и его отрогов особо выделяются распростра
неполно развитых (примитивных) серо-коричневых почв, а также
с такыровидной поверхностью и сильно коркующихся, специальн
чавшихся Н. Е. Бекаревичем и Н. И. Горбуновым. Однако на пов
стях древнего возраста и в условиях спокойного рельефа всегда ус
наблюдать развитие типичных серо-коричневых почв.

Большое внимание привлекают широко распространенные в
бахской степи и в восточной части Кировабад-Казахского массива
вые почвы», т. е. почвы с мощно развитыми гипсовыми горизон
но совсем другого характера, чем в гипсоносных и кыровых серо
(серобурых почвах) Средней Азии. В происхождении гажевых поч
многое остается неясным. Однако отражение в надгипсовой части пр
признаков того же зонального почвообразования дает основание
сматривать их в том же типе серо-коричневых почв под названием
коричневых гажевых», связывая при этом образование гипсовых
зонтов с особенностями петрографического и литологического со
почвообразующих пород и с условиями залегания этих почв на п
ных равнинах.

Нельзя не упомянуть еще о своеобразных щебнисто-суглин
серо-коричневых почвах, не вскипающих от HCl по всему профилю,
выраженными горизонтами оглинения и с буро-коричневой окраск
верхностных и особенно сильно оглиненных горизонтов. Они встреч
в Кировабад-Казахском массиве под эфемерово-бородачево-полы
растительностью почв на таких же подгорных равнинах, но сложе
крупнообломочным пролювием бескарбонатных изверженных пор
В районах распространения известняковых пород часто наблюд
образования почв типа terra rossa, анализы которых приведены в та
Своеобразны также почвы различных цветовых оттенков на вул
ческих пеплах, которые местами встречаются на Малом Кавказе.

Таким образом, помимо факторов биоклиматического порядка, б
шое значение в развитии и в географическом распространении почв
надлежит почвообразующим породам, представленным здесь весьма
нообразно. В результате влияния последних в условиях существую
биогидротермического режима происходит формирование таких ге
чески и производственно своеобразных почв, как сильнокоркующи
гажевые, terra rossa и др. Следовательно, возможно говорить о выде
в Кура-Араксинской низменности как бы ряда почвенно-петрогра
ских районов, а может быть, даже и почвенно-петрографических
винций.

Бессточный характер равнинных частей низменности, прошед
длительную гидроморфную (поемно-дельтовую и морскую) фазу в
витии, а также существование во многих частях подгорных равнин
выклинивания подземных вод, большая роль глубинных трещинных
нефтяного типа и громадное распространение соленосной свиты осадо
пород чрезвычайно затрудняют и осложняют развитие зонального по
образования на равнинах. Вследствие этого типичных зональных
серо-коричневого или какого-либо другого типа здесь мы не видим. В ос
ном — это области большого распространения всякого рода гидром
ных (аллювиально-луговых, сазово-луговых, чальных и др.) и элювиально-гидроморфных (остепняющихся луговых и лугово-степных) почв.

Господствующими процессами здесь являются процессы осолончакования и осолонцевания, большей частью совмещающиеся в одном профиле с преобладанием первых. Местами встречаются и луговые лугово-степные солонцы до содовых включительно (в зонах выклинивания) и, как правило, солончаковатые.

Процессы остепнения луговых солончаковых почв на равнинах протекают в осложненных условиях и замедленных темпах. Однако на зрелых стадиях их развития удается подметить в них явные черты перехода в зональные серо-коричневые почвы с остаточным засолением и признаками солонцеватости. Такие переходные серо-коричнево-луговые и лугово-серо-коричневые почвы нами наблюдались в Мильской степи и в Кировабад-Казахском массиве. Кроме того, по данным Ю. П. Лебедева и А. С. Преображенского, они имеют большое распространение в Ширванской степи, а по данным В. В. Егорова,— в Северной и Центральной Мугани. В отличие от аллювиально-луговых и сазово-луговых почв серо-коричнево-луговые и лугово-серо-коричневые почвы характеризуются наличием формирующегося оглиненного горизонта и карбонатного профиля и постепенным исчезновением признаков прежней заболоченности.

При характеристике почвенного покрова равнин необходимо еще считаться с крупными различиями в типах соленакопления, которых здесь выделяется несколько. Однако этого вопроса мы здесь не будем касаться, так как он был обстоятельно рассмотрен Волобуевым (1948) и в специальной работе на данную тему В. А. Ковда с сотрудниками, печатающейся в данном сборнике.

Следует еще остановиться на староорошаемых почвах. Как и в Средней Азии, такие почвы приурочены к очагам древней земледельческой поливной культуры, насчитывающей многие сотни, а местами и несколько тысячелетий. С этими почвами нам пришлось познакомиться в Кировабад-Казахском массиве. По сравнению с целинными или недавно орошаемыми обыкновенными серо-коричневыми почвами староорошаемые почвы выделяются менее дифференцированным профилем строения. Эта особенность проявляется в значительно более слабой, чем в естественных почвах, морфологической выраженности карбонатных горизонтов и в более равномерном распределении гумуса по почвенному профилю. Характерным, также морфологическим признаком служит наличие агро-ирригационного наноса с включением черепков глиняной посуды и других предметов материальной культуры в верхней части почвенного профиля, до 50—60 см от поверхности, а иногда и глубже.

По общему содержанию гумуса староорошаемые почвы оказываются более богатыми, чем соответствующие им естественные обыкновенные серо-коричневые почвы. В исследованных нами разрезах староорошаемых почв количество гумуса в пахотных горизонтах (до глубины 20—30 см) колебалось в пределах 2,7—3,1%, т. е. приравнивалось к его количеству в темных и лугово-серо-коричневых почвах. Кроме того, отмечается более замедленное убывание гумуса с глубиной; даже на глубине 70—80 см его часто содержится больше 1%. Поэтому запасы гумуса в староорошаемых почвах значительно больше по сравнению с целинными.

Характерной особенностью исследованных староорошаемых почв является также выравнивание карбонатного профиля, связанное с общим понижением степени карбонатности и постепенным исчезновением карбонатного иллювиального горизонта. В некоторых же староорошаемых почвах

было обнаружено отсутствие карбонатов до глубины 20, 60 и даже 16

Приведенные данные показывают, что длительное орошение в хор дренированных районах, к каким относится Кировабад-Казахский сив, приводит к несколько иным последствиям, чем в сероземной Средний Азии, староорошаемые почвы которой характеризуются вы и устойчивой карбонатностью и значительно меньшим накоплением мусовых веществ.

Итак, мы видим, что географическое распространение различных на рассматриваемой территории находится, помимо геоморфологиче факторов, в теснейшей связи с биоклиматическими изменениями пр циального характера, особенностями петрографии и литологии го пород, различиями в типах соленакопления и с деятельностью челов которая особенно сильно проявляется при орошении. Можно не со ваться, что дальнейшее изучение вопроса позволит выделить на терр рии равнин и предгорий Кура-Араксинской низменности ряд почвен провинций и районов, различающихся между собой в одних слу по особенностям биоклиматического режима, в других —по петрогр ческому составу исходных горных пород, в третьих — по типам накопления, в четвертых — по преломлению хозяйственной деятель человека. Развитие работ в этом направлении представляется крайне ходимым, так как оно позволит значительно полнее и точнее отра особенности почвенного покрова в различных частях Кура-Арак ской низменности и тем самым содействовать правильному их испо ванию в производстве.

В настоящее время мы можем различать следующие главные под (1, 2, 3 и т. д.) и виды (а, б, в и т. д.) серо-коричневых почв и других, кот при дальнейшем их подразделении на подвиды и разновидности по ленности, солонцеватости, эродированности, механическому сост степени культурного освоения, характеру материнских пород и др признакам довольно удовлетворительно отражают указанные особенн почвенного покрова равнин и предгорий целинных и богарных зе Кура-Араксинской низменности:

1. Серо-коричневые почвы: а) светлые (малогумусные), б) обыкно ные (среднегумусные), в) темные.
2. Примитивные (малоразвитые) серо-коричневые почвы.
3. Коричневые кустарниково-сухостепные почвы.
4. Такыровидные почвы.
5. Серо-коричневые гажевые почвы.
6. Лугово-серо-коричневые почвы.

Светлые, обыкновенные и темные серо-коричневые почвы были охарактеризованы выше в отношении ст ния и физико-химического состава. Дополнительные данные можно черпнуть из приводимых в Приложении некоторых описаний разр и анализов. Дальнейшее подразделение этих почв производится по пени засоления и солонцеватости. Наиболее правильным критерием установления степени засоления является, по нашему мнению, глуб залегания солевого горизонта и количество содержащихся в нем со Это дает возможность, при известном навыке, непосредственно в п определять степень засоленности и, как показано в одной из наших р (Розанов, 1948), позволяет достаточно обоснованно прогнозировать в можности вторичного засоления при орошении. По степени засол различаются: незасоленные, глубокозасоленные, глубоко-солончако тые (слабо, средне, сильно) и солончаковые (слабо, средне, сильно) поч (Лобова и Розанов, 1950).

Светлые серо-коричневые почвы являются большей частью солончаковатыми, хотя среди них встречаются незасоленные и глубокозасоленные. Солончаковатость довольно сильно распространена и среди обыкновенных серо-коричневых почв и даже встречается у темных. Как уже указывалось, рассоленная часть профиля этих почв нередко бывает в той или иной степени осолонцованной.

Примитивные серо-коричневые почвы распространены в наиболее сухих частях Кура-Араксинской низменности. Они характеризуются осветленным, но достаточно хорошо выраженным гумусовым профилем, слабым развитием элювиального оглинения и карбонатных выделений; почти все они в той или иной степени солончаковаты.

Для характеристики их строения приведем краткое полевое описание одного из разрезов в прикуринской части Кировабад-Казахского массива под солянково-эфемерово-полынной растительностью с 50—60% покрытия.

A_1 0—5 см Слабозадернованный светлосерый с буроватым (коричневатым) оттенком, легкосуглинистый, слоеватый, переходит в комковатый.
A_2 5—16 см Буровато-светлосерый суглинистый, более плотный, комковатый, с корнями.
B_1 16—32 см Палево-бурый с сероватым оттенком, более тяжелый и плотный, комковатый, редкая карбонатная плесень и ходы землероев.
B_2 32—50 см Палево-буроватый с сероватым оттенком, средний суглинок с редким хрящом, неясно комковатый; карбонаты в виде плесени и редких пятен, редкие ходы землероев.
B_3 50—70 см Палево-светлобуроватый средний суглинок с редким хрящом, уплотненный, неясно комковатый с редкой карбонатной плесенью.
C_1 70—130 см Палевый суглинок с хрящом, бесструктурный с точками солей и с гипсом.
C_2 130—142 см Галечник с песчано-пылеватым суглинком и с гипсом.

На эродированных местах и на более тяжелых породах встречаются почвы с еще менее выраженным профилем.

Содержание гумуса в этих почвах заметно меньше, чем в светлых серо-коричневых. По имеющимся данным, количество гумуса в горизонте 0—10 см достигает 0,8—1,7%, на глубине 20—40 см 0,5—0,9% и на 50—70 см 0,3—0,5%. Общая мощность гумусового профиля составляет 40—80 см. По анализам распределение по профилю CO_2 слабо и не во всех почвах отражает иллювиальный характер распределения карбонатов.

Коричневые кустарниково-сухостепные почвы развиваются под палиурусово-бородачевыми степями с мезофитным разнотравием в виде *Inula grandis* и примесью кустарников. Характерные особенности этих почв: 1) выщелоченность от карбонатов в верхней части профиля до глубины 10—30 см; 2) еще более резко выраженная, чем в серо-коричневых почвах, оглиненность, часто приводящая к образованию слитных, сильно трещиноватых, иногда тумбовидно-глыбистых горизонтов в средней части профиля; 3) еще бóльшая, чем в серо-коричневых почвах, мощность почвенного профиля, достигающая иногда 2 м и больше; 4) резкая оформленность крупноглазкового карбонатного горизонта, часто сочетающаяся с высокой омергелованностью нижних слоев; 5) наличие хорошо выраженной ореховато-комковатой структуры в тех разновидностях этих почв и горизонтов, которые по своему сложению не являются слитными; 6) отсутствие засоления на всю глубину профиля до 1,5—2 м.

Аналитические данные по содержанию гумуса и CO_2 приведены в табл. 9. Описания типичных профилей приводятся в Приложении (см. разр. 14 Р, 1950, и 21).

Кроме этих коричневых кустарниково-сухостепных почв, встреч
карбонатные, т. е. вскипающие от HCl с поверхности. Они приур
почти исключительно к нижним частям склонов, и их повышенная
натность является колювиальной по своему происхождению, т. е.
внесенной по склону поверхностными и инфильтрационными
Довольно значительное распространение имеют лугово-корич
почвы, характеризующиеся повышенным содержанием гумуса и
ванием в нижней части профиля оглиненного горизонта. Такие
нами были описаны в районе между Кедебеком и сел. Славянка
роких межувалистых понижениях под злаково-разнотравной рас
ностью и в других местах.

Такыровидные почвы широко распространены на ш
Боз-Дага и в других местах, где почвообразование затруднено су
и тяжелым механическим составом материнских пород, образую
в результате переотложения продуктов выветривания глинистых
цев, мергелей и других пород осадочного происхождения. Расти
покров этих почв крайне изреженный (20—30% покрытия) и предс
редко стоящими кустиками полыни (*Artemisa Megeriana*) и сухих со
(*Salsola nadulosa* и *S. ericoides* и др.); эфемеры почти отсутствуют. П
ность — трещиноватая и неровная; трещины мелкие, и образуемы
полигональные отдельности лишь частично напоминают характер
ности такырных почв Средней Азии.

В профиле выделяются следующие горизонты:

1) тонкая (0,5—1 см) трещиноватая слитная или слабопористая корочк
отслаивающаяся;

2) светлосерый, пластинчато-слоеватый, переходящий в комковатый с бо
меньшим количеством корешков; мощность 5—6 см;

3) светлосерый с буроватым или коричневатым оттенком, более уплотнен
коватый, часто слаботрещиноватый; мощность 7—15 см;

4) более светлый, иногда с тем же буроватым или коричневатым оттенко
оструктуренный, плотный, трещиноватый; мощность 15—30 см.

Глубже 40—60 см идет мало измененная почвообразованием материнска
суглинисто-глинистого механического состава, оливково-палевого или пале
кового цвета, с прослойками и линзами супеси и песка, с включением шеб
морских ракушек и с тем или иным количеством гипса в виде прожилок,
кристалликов и друз. Карбонатные выделения отсутствуют во всем профиле.

По имеющимся данным, содержание гумуса в верхнем го
больше 1—2%, т. е. более высокое, чем в такырных почвах Средней
где оно почти всегда меньше 1%. Распределение по профилю CO_2
мерное. Эти почвы обычно солончаковаты; засоление — хлоридно
сульфатно-хлоридное с слабо выраженной аккумуляцией гипса.
таком солевом составе можно ожидать проявления солонцеватост
рассолении, что и находит часто отражение в повышенной щело
обессоленных частей профиля. При освоении под орошение эти
обладают сильной коркуемостью.

Серо-коричневые гажевые почвы имеют бо
распространение на подгорных равнинах Карабахской степи Кир
Казахского массива и в Восточной Грузии (рис. 12). В некоторых
они глубоко внедряются в область предгорий. Так как эти почвы не
кратно описаны в литературе (Захаров, Акимцев, Клопотовский и др.)
их характеристике останавливаться не будем. Укажем только, что о
щественно отличаются от гипсовых почв сероземной зоны Средней
Главная особенность гажевых почв заключается в самом гипсовом
зонте, который здесь имеет вид плотной, белой, мелкозернистой (мучн

массы, а не волокнисто-ноздревато-губчатой, как в гипсоносных серо-
земах или серо-бурых солончаковатых почвах согласно легенде к государ-
ственной почвенной карте СССР. Общее количество гипса, залегающего
на глубине 20—60 см, а иногда и почти с самой поверхности, колеблется
в пределах 10—86% $CaSO_4$, или 12—95% при пересчете на $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

При достаточной мощности (50—60 см) мелкоземистого надгажевого
(надгипсового) слоя прослеживаются все особенности строения серо-корич-
невых почв: коричневатый оттенок в окраске гумусовых горизонтов,
оглинение, ореховато-комковатая структура, карбонатная белоглазка
и пр. Содержание гумуса в горизонте 0—10 см колеблется в пределах
1,5—2,7% и даже доходит до 4%. Общая мощность гумусовых горизон-

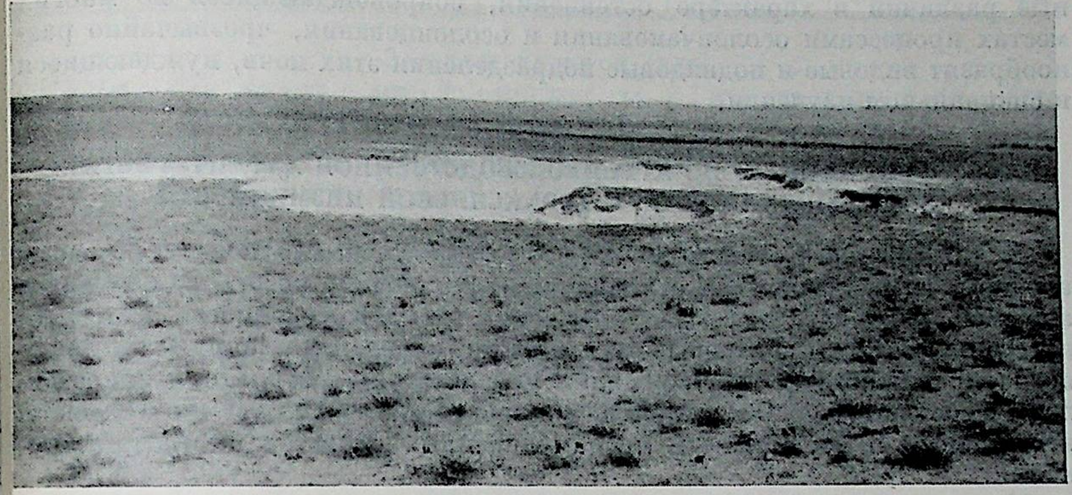


Рис. 12. Верхние части подгорного каменисто-галечникового шлейфа с серо-коричне-
выми гажевыми почвами. В средней части общего плана белеют выходы гажи
на поверхность.

тов невелика (30—60 см) и зависит от глубины залегания гажевого слоя.
Количество карбонатной CO_2 колеблется в пределах 1—13% и в подавля-
ющем большинстве случаев содержание ее в верхнем гумусовом горизон-
те меньше, чем в остальной части гумусового горизонта, что указывает
на иллювиальный характер распределения карбонатов. В гажевых го-
ризонтах содержание CO_2 резко падает до 0,8—2%. Напомним, что в гип-
соносных сероземах (серо-бурых почвах) содержание гумуса меньше 1%,
а максимум карбонатов обычно приурочен к самой верхней части профиля.

Таким образом, по морфологическим признакам и химическим свой-
ствам рассматриваемые почвы не могут считаться аналогами гипсонос-
ных сероземов (серо-бурых почв) Средней Азии, а являются особыми поч-
венными образованиями, находящими свое место в той же группе серо-
коричневых почв, что нами и отражено в их наименовании.

Лугово-серо-коричневые почвы развиваются в условиях
несколько повышенного грунтового увлажнения под лугово-солончако-
вой и пустынно-степной растительностью. Они обладают почти сложив-
шимся профилем серо-коричневых почв, но с признаками более гидроморф-
ных условий образования, что проявляется в виде повышенного содер-
жания гумуса, оглеенности глубоких слоев (100—150 см), засоленности,
а местами и солонцеватости. В зависимости от содержания гумуса под-
разделяются на светлые и темные.

Более юные стадии перехода луговых почв в зональные почвенные
зования представлены серо-коричнево-луговыми почвами. Этот пе
выражается в появлении заметной повышенной оглеенности средней
профиля в виде образования уплотненного и утяжеленного гори
с коричневатым оттенком, а также в появлении карбонатной белога
обычно отсутствующей в луговых почвах.

Лугово серо-коричневые и серо-коричнево-луговые почвы имеют
большое распространение в пониженных частях Кура-Араксинской
менности и в зонах приближения и выклинивания грунтовых вод.
приурочены здесь к районам происходящего остепнения. Раститель
покров характеризуется сочетанием в разных соотношениях предс
телей луговой, солончаковой и пустынно-степной растительности.
ные различия в характере остепнения, сопровождающиеся во м
местах процессами осолончакования и осолонцевания, чрезвычайно
нообразят видовые и подвидовые подразделения этих почв, нуждающ
в специальном изучении.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО АГРОПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТ
ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Из предыдущего отчасти видно, что рассматриваемые почвы и по
агрономическим свойствам отличаются от тех почв, с которыми они
аналогизировались. Чтобы выпуклее обрисовать эти особенности, был
изведены подсчеты запасов гумуса и азота, определено количество
вого и подвижного фосфора и калия и полученные результаты сопо
лены с соответствующими данными по сероземам, бурым пустынно-сте
каштановым и черноземным почвам коренных областей их распро
нения.

Как видно из табл. 26, различные виды серо-коричневых почв дов
сильно различаются по валовым запасам гумуса и азота в пахотном
(0—20 см) и по остальной части почвенного профиля, причем пре
колебаний этих различий довольно хорошо согласуются с генетичес
особенностями исследованных почв.

Таблица

Запасы гумуса и азота в серо-коричневых и коричневых кустарниково-сухостепных почвах Кура-Араксинской низменности

Глубина взятия образца, см	Лугово-серо-коричневые почвы		Серо-коричневые почвы												Коричневые кустарниково-сухостепные почвы	
			светлые				обыкновенные				темные					
	разр. 19	разр. 395	разр. 34	разр. 488	разр. 11	разр. 15	разр. 14	разр. 309	разр. 112	разр. 386	разр. 6	разр. 7	разр. 389	разр. 32	разр. 14 (пашня)	разр. 371 (пашня)
Запасы гумуса (т/га)																
0—20	54	58	38	44	44	51	52	51	54	54	66	68	82	85	77	81
0—50	92	124	71	—	73	79	95	97	102	111	118	121	158	143	167	146
0—100	110	182	101	—	93	106	130	—	148	149	192	161	235	199	214	200
Запасы азота (т/га)																
0—20	4,7	4,5	2,3	3,4	—	3,7	3,4	4,8	4,6	—	5,2	5,2	—	6,5	4,4	4,8

Таблица 27

Сравнительные данные величин запасов гумуса и азота в зональных почвах Кура-Араксинской низменности, в сероземах Средней Азии и в бурых пустынно-степных, каштановых и черноземных почвах европейской части СССР

Глубина взятия образца, см	Зональные почвы Кура-Араксинской низменности				Сероземы Средней Азии			Бурые пустынно-степные почвы Юго-Востока	Каштановые почвы Нижнего Поволжья			Черноземы	
	серо-коричневые			коричневые кустарниково-сухостепные									
	светлые	обыкновенные	темные		светлые	обыкновенные	темные		светлые каштановые	каштановые	темные каштановые	южные	западно-предкавказские
Запасы гумуса (т/га)													
0—20	44	53	75	102	22	32	60	34	65	73	99	93	162
0—50	74	101	135	187	40	54	108	68	131	—	—	—	349
0—100	100	132	197	245	58	65	130	75	156	—	229	391	391
Запасы азота (т/га)													
0—20	3,1	4,2	5,6	5,8	2,0	2,7	5,0	—	4,8	5,1	5,6	6,3	8,3

Примечание. Для вычисления запасов гумуса и азота были использованы: а) по сероземам — материалы новейших сводных работ («Почвы Узбекистана», 1949; Розанов, 1951); б) по бурым пустынно-степным почвам — работа Курганского (1951); в) по каштановым почвам и черноземам — данные Болотиной (1947), Хейфец (1950) и Тюрина (1940).

Так, если общие запасы гумуса в метровой толще светлых серо-коричневых почв составляют 90—110 т/га, то в обыкновенных они увеличиваются до 130—150 т/га, а в темных серо-коричневых до 160—240 т/га. Еще больше возрастают запасы гумуса в коричневых кустарниково-сухостепных почвах (200—305 т/га). Об этом же говорят и данные по запасам гумуса в пахотном слое (0—20 см) и в толще первого полуметра (0—50 см).

В такой же примерно последовательности происходят изменения в количестве общего азота, приведенные только для одного пахотного слоя. Некоторое уменьшение его количества в отдельных разрезах коричневых кустарниково-сухостепных почв объясняется тем, что разр. 14 и 371 характеризуют пахотные (богарные) земли, культура зерновых на которых приводит к большой потере гумуса и легкогидролизуемых форм азота. Кроме того, в данном случае имеет еще значение и относительно более широкое отношение C:N в этих почвах по сравнению с серо-коричневыми.

Агрохимическое значение приводимых запасов гумуса и азота достаточно определенно вырисовывается при рассмотрении табл. 27, содержащей для сопоставления и данные по другим почвам. Из таблицы следует, что рассматриваемые зональные почвы Кура-Араксинской низменности по валовым запасам гумуса занимают особое место. Они значительно (в полтора-два раза) богаче гумусом по сравнению с сероземами и бурыми пустынно-степными почвами и несколько уступают каштановым почвам Нижнего Поволжья. Только коричневые кустарниково-сухостепные почвы довольно близки по валовым запасам гумуса к темнокаштановым почвам Нижнего Поволжья, но при этом следует учесть, что гумусовый профиль в коричневых кустарниково-сухостепных почвах обычно превышает

100 см. Поэтому общие запасы гумуса в них значительно больше, в темных каштановых почвах, что отчасти видно и по приводимым сам гумуса в метровой толще этих двух типов почв.

По валовым запасам азота серо-коричневые почвы также более об щены, чем сероземы, хотя и в меньшей степени, чем по запасам гу

Таблица

Сравнительные данные по содержанию легкогидролизуемого азота в зона почвах Кура-Араксинской низменности, сероземах Средней Азии и в каштан и черноземных почвах европейской части СССР

Глубина взятия образца, см	Серо-коричневые почвы Кировабад-Казахского массива					Светлые сероземы Средней Азии под			Каштановые почвы Нижнего Заволжья		Черноземы		
	светлые	обыкновенные		темные		хлопчатником	люцерной (3 года)	люцерной (5 лет)	каштановые	темные каштановые	Воронеж	Тамбов	Безымянов
	разр. 488	разр. 112	разр. 309	разр. 419	разр. 369								
В мг на 1 кг почвы													
0—10 (15)	56	108	154	190	140	51	83	110	51	21	28	64	30
10 (15)—20 (25)	56	168	154	126	126	36	28	67	21	41	—	—	—
В % от общего азота													
0—10 (15)	4,0	7,0	6,0	8,6	7,2	7,3	11,2	10,8	3,2	3,8	1,1	0,8	1,2
10 (15)—20 (25)	6,0	9,0	8,2	6,0	6,7	6,0	4,5	7,4	1,4	4,6	—	—	—

Примечание. Таблица составлена по данным Е. А. Чакветадзе (серо-ко невые почвы), Лазарева (1948) (сероземы), Антипова-Каратаева, Филиппов Комаровой (1935) (каштановые почвы), Тюрина и Кононовой (1934) (чернозем

Содержание валовой P_2O_5 в зональ

Серо-к								
светлые						обыкновенные		
разр. 34 Р, 1949			разр. 15 Р, 1949			разр. 14 Р, 194		
Глубина взятия образца, см	а	б	Глубина взятия образца, см	а	б	Глубина взятия образца, см	а	
0—5	0,17	0,19	0—5	0,15	0,16	0—3	0,19	
7—17	0,15	0,17	—	—	—	12—17	0,23	
30—40	— 0,12	— 0,17	22—32	0,16	0,20	22—32	0,13	

Примечания: 1. Анализы произведены Р. А. Калашниковой в Лаборат генезиса и мелиорации засоленных почв Почвенного института АН СССР.
2. *а* — данные на навеску, высушенную при 105°; *б* — на безгумусовое и без бонатное вещество.

что связано с более широким отношением в них C : N по сравнению с сероземами Средней Азии. Вообще по запасам общего азота исследованные почвы больше приближаются к каштановым почвам, но не аналогичны последним.

Произведенные по нашей просьбе Е. А. Чакветадзе определения в почвах Кировабад-Казахского массива содержания легкогидролизуемого азота по методу Тюрина и Кононовой (1934) показали, что различные по генетическим особенностям и сельскохозяйственной освоенности серо-коричневые почвы этого района содержат легкогидролизуемого азота 56—180 мг/кг, или в пределах 4—16% общего количества азота, причем низкие значения величин в этом ряду (до 60 мг/кг, или 4% общего азота) являются единичными (1 из 14 определений). В среднем же количество легкогидролизуемого азота для гор. 0—20 составляет около 160 мг/кг, или 13% общего азота. В светлых сероземах Средней Азии содержание легкогидролизуемого азота колеблется в пределах 36—110 мг/кг, или 4—11% общего (Лазарев, 1948). Для каштановых и темнокаштановых почв Нижнего Заволжья мы имеем 21—51 мг/кг, или 1,4—4,6% (Антипов-Каратаев и др., 1935), а для обыкновенных и мощных черноземов европейской части СССР 28—64 мг/кг легкогидролизуемого азота и 0,7—1,2% общего азота (Тюрин и Кононова, 1934).

Таким образом, по абсолютным количествам легкогидролизуемого азота исследованные серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности являются богатыми среди приведенных здесь других типов почв [1], а по относительно высокому содержанию его к общему азоту они близки к сероземам Средней Азии (табл. 28).

По валовому количеству фосфора зональные почвы Кура-Араксинской низменности не отличаются существенно от соответствующих им других пустынно-степных и сухостепных почв (табл. 29). Общее содержание в серо-коричневых почвах P_2O_5 колеблется для горизонта 0—20 см в пределах 0,15—0,26%, т. е. примерно так же, как и в сероземах Средней Азии, в которых оно изменяется, по данным Неуструева (1926), Мали (1939), Кудрина (1949) и нашим (1951), от 0,10 до 32% на навеску, высушенную при 105°. Менее богаты валовой P_2O_5 коричневые кустарниково-сухостеп-

Таблица 29

ах Кура-Араксинской низменности (в %)

невые почвы			Коричневые кустарниково-сухостепные почвы					
темные			разр. 14 Р, 1950			разр. 21 Р, 1950		
разр. 6 Р, 1949								
Глубина взятия образца, см	а	б	Глубина взятия образца, см	а	б	Глубина взятия образца, см	а	б
—	—	—	—	—	—	—	—	—
5—10	0,26	0,29	0—15	0,13	0,14	0—10	0,09	0,10
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	15—25	0,12	0,12	—	—	—
35—45	0,23	0,28				30—40	0,06	0,06

[1] Здесь необходимо отметить, что содержание легкогидролизуемого азота изучалось только в светлых сероземах. Нужно полагать, что в обыкновенных и темных сероземах его будет абсолютно больше, а относительно (к общему азоту) не меньше, чем в светлых сероземах.

Таблица 30

Количество подвижной P_2O_5 (в мг/кг) в зональных почвах Кура-Араксинской низменности и в сероземах Средней Азии различного культурного состояния. Данные 1%-ных углеаммиачных вытяжек по Мачигину (1939)

Глубина взятия образца, см	Серо-коричневые почвы Кировабад-Казахского массива Кура-Араксинской низменности						Сероземы Средней Азии (по Горбунову, 1942)						Орошаемые сероземы Средней Азии (по Мали, 1939)			
	обыкновенные						богарные						фон			
	светлые, разр. 488 (орош.)	разр. 112 (целина)	разр. 309 (богарн.)	разр. 115 (орош.)	разр. 419 (орош.)		светлые	обыкновенные	темные				неудобренный	люцерновый	навозный	минер. удобрения
					техника	старопосевные	разр. 6	разр. 2	разр. 3	разр. 5						
0—5	—	25,6	25,0	45,4	—	—	43,5	—	—	—			—	23,6	21,4	—
	13,3	—	—	—	8,5	12,0	—	14,0	10,2	12,1			11,3	26,5	32,2	55,7
5—15 (20)		22,0	14,8	—	—	8,0	5,3	—	—	—			—	4,7	19,3	—
	—	—	—	21,3	4,4	—	—	—	—	—			—	—	—	—
20—30	—	9,2	7,1	—	—	7,6	3,2	3,2	3,1	Следы			—	—	—	—
	4,4	—	—	6,50	3,8	—	—	Следы	—	—			6,3	8,9	10,0	18,2
30—40			4,5													
40—50	—	8,8	—	—	—	4,4	—	—	Следы	—			—	—	—	—

ные почвы, которые в этом отношении приближаются к светлым и темным каштановым почвам Нижнего Поволжья, содержащим, по данным Антипова-Каратаева и Филипповой (1937), Пономарева и Антипова-Каратаева, Димо (1907) и др., от 0,06 до 0,12%.

Данных о качественном составе фосфатов в рассматриваемых почвах пока нет. Некоторым показателем этого состава является их подвижность, представляющая к тому же очень большой интерес с агрохимической точки зрения. Для характеристики этой подвижности был применен метод 1%-ных угле-аммонийных вытяжек, специально разработанный Мачигиным (1939) для карбонатных почв и получивший широкое применение в Средней Азии для диагностики потребности орошаемых сероземных почв в фосфорнокислых удобрениях.

Результаты произведенных Е. А. Чакветадзе исследований содержания подвижной P_2O_5 по этому методу в серо-коричневых почвах Кировабад-Казахского массива приведены в табл. 30. Как видно из этих данных, различные виды серо-коричневых почв не уступают в содержании подвижной P_2O_5 сероземным почвам Средней Азии. Можно даже сказать, что, вследствие повышенного ее содержания в средних частях профиля, серо-коричневые почвы относительно богаче подвижной фосфорной кислотой, чем целинные и богарные сероземы Средней Азии. Причину этого следует видеть в более активном воздействии биогенных факторов почвообразования в зоне серо-коричневых почв, что проявляется также в большей их гумусности и в большем содержании запасов азота по сравнению с сероземными почвами.

Отсутствие в литературе данных по содержанию подвижной P_2O_5 по методу Мачигина в каштановых и бурых пустынно-степных почвах не дает возможности сопоставить эти почвы с исследованными серо-коричневыми.

По данным валовых анализов, зональные почвы Кура-Араксинской низменности обладают большими запасами калия, причем в серо-коричневых почвах его содержится обычно несколько больше (1,5—2,5% K_2O на безгумусовое и бескарбонатное вещество), чем в коричневых кустарниково-сухостепных почвах (1,1—2,0%). В сероземах Средней Азии K_2O содержится несколько больше (1,5—3,3%), что вполне понятно, а в каштановых почвах Нижнего Поволжья — примерно столько же, сколько и в исследованных коричневых кустарниково-сухостепных почвах Малого Кавказа.

Эта высокая обеспеченность силикатным калием прослеживается и в данных определений обменного калия, являющегося основным источником потребности растений в этом элементе. Пересчеты данных определения состава поглощенных оснований (табл. 16) показывают, что различные виды серо-коричневых почв содержат обменного калия от 10 до 55 мг на 100 г, что составляет от 1400 до 2600 кг калия в пахотном слое одного гектара. Напомним, что обменный калий в данном случае определялся спектрографически.

Применение Е. А. Чакветадзе для определения в серо-коричневых почвах подвижного калия методики Протасова (1939) дало более высокое содержание этого элемента — от 56 до 124 мг на 100 г в отдельных горизонтах верхней части профиля, т. е. 1600—2400 кг/га подвижного калия. Сопоставление полученных данных с имеющимися по этому же методу данными по сероземам Средней Азии и каштановым почвам показывает бóльшую обогащенность подвижным калием серо-коричневых почв. Однако приведенных материалов еще недостаточно, чтобы быть вполне уверенным в этом выводе.

Таким образом, по содержанию важнейших питательных элементов (азота, фосфора и калия) серо-коричневые и коричневые кустарниково-

сухостепные почвы потенциально более плодородные, чем другие пу
но-степные и сухостепные почвы, с которыми они до сих пор анал
руются.

Отмеченная выше лучшая оструктуренность рассматриваемых
по сравнению с сероземами Средней Азии служит также пок
лем их более высокого потенциального плодородия. Лучшая стр
ренность дает основание рассчитывать на их бо́льшую податл
к высокому окультуриванию при введении травопольных се
ротов.

Существенно важной является указанная выше (и подтверж
физиологическими исследованиями Б. П. Строгонова на почвенно
ционаре в Мильской степи) способность культурных растений (хл
ника) мириться здесь, вследствие пониженной транспирации, с
высокими степенями засоления почв, чем в условиях сероземной
Средней Азии.

Наконец, нельзя не отметить, что Кура-Араксинская низме
служит областью широкого развития ценных технических культур (
чатника) и свободного, без укрытия на зиму, выращивания вино
и субтропических плодовых (граната, инжира и др.). Возделывание
культур в зоне каштановых, а особенно в зоне бурых пустынно-сте
почв практически не представляется возможным из-за суровости кл
Кура-Араксинская низменность, отличаясь от сероземной зоны Ср
Азии более длительным вегетационным периодом и значительно
суровой зимой, допускает возделывание более широкого ассорти
субтропических культур.

ВЫВОДЫ

1. Широко распространенные представления о существовании в
делах равнин, предгорий и низкогорий Кура-Араксинской низмен
трех самостоятельных почвенных зон — сероземной, бурой, ка
вой — и аналогизация выделяемых здесь сероземов, бурых пуст
степных и каштановых почв с такими же почвами коренных облас
распространения (Средней Азии, европейской части СССР и Казах
являются, по нашему мнению, ошибочными. Эти представления
основаны на недостаточной изученности протекающих здесь про
зонального почвообразования, на применении метода аналогий по
морфологических признаков почв и на весьма общей, а поэтому не
точно правильной трактовке идентичности биоклиматических ус
развития местных почв с условиями, характерными для пустынно-
ных и сухостепных областей Средней Азии, Казахстана и европей
части СССР.

2. Приведенные фактические данные достаточно определенно по
вают, что в пределах рассматриваемой территории не три, а одна по
ная зона, названная нами серо-коричневой. С повышением высоты
ности эта зона через пояс коричневых кустарниково-сухостепных
сменяется зонами горных коричневых лесных и горных бурых ле
почв.

3. Серо-коричневые почвы по совокупности своих морфологичес
физико-химических и агропроизводственных признаков и свойств не и
аналогов среди известных нам почв. Они заслуживают выделения
честве самостоятельного почвенного типа пустынных и сухих степей
тропического пояса, к крайнему континентальному варианту ко
относится область сероземной зоны Средней Азии. Есть основание сч

что серо-коричневые почвы имеют большое распространение на земном шаре, характеризуя процессы почвообразования аридных частей субтропического пояса.

4. Выделение в пределах Кура-Араксинской низменности самостоятельного типа серо-коричневых почв согласуется с сельскохозяйственными особенностями этой территории, во многом по-новому освещает производительные свойства ее почв и дает возможность лучше и увереннее проводить мероприятия по повышению их плодородия.

ПРИЛОЖЕНИЕ

КРАТКИЕ ОПИСАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РАЗРЕЗОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ АНАЛИТИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

Разр. 3 Р, 1949. Коричневая остаточно-карбонатная сухостепная почва на элювии меловых известняков.

Предгорья Малого Кавказа. Абс. выс. 580 м. Кукурузное поле.

A_0 0—22 см — Пахотный, коричнево-темносерый, глинистый, рыхловатого сложения, ореховато-комковатый с распыленной пороховидной массой, много червороин.

B_1 22—39 см — Буровато-коричневатый, глинистый, плотный, вязкий, ореховато-комковатый, много корневин и червороин; книзу светлеет.

B_2 39—55 (65) см — Буровато-палевый тяжелый суглинок, переходящий книзу в средний и более светлый, пористый, с корневинами и редкими червороинами; обильные включения известковой щебенки.

B_3 55(65)—95 см — Крупнопятнистый горизонт, состоящий из буровато-коричневых глинистых пятен и потеков, вкрапленных в сильно выветрелый оглинивающийся известняк светлопалево-белого цвета.

C_1 95—125 см — Сильно выветрелый белый известняк с включениями темных минералов. Порода легко режется ножом, но местами и глубже плотная.

Данные анализа водных вытяжек разр. 3 Р, 1949

(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образца, см	Влажность	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca″	Mg″	Na′ по разности
			CO_3''	HCO_3'					
0—20	4,12	0,086	Нет	0,048	0,000	0,000	Следы	0,000	Нет
24—29	3,55	0,072	»	0,038	0,000	0,000	»	0,000	»
31—36	3,90	0,054	»	0,037	0,000	0,000	»	0,000	»
40—45	2,48	0,056	»	0,038	0,000	0,000	»	0,000	»
50—55	2,15	0,051	»	0,031	0,000	0,000	»	0,000	»
70—80	1,85	0,050	»	0,029	0,004	0,000	»	0,000	»
100—110	1,18	0,044	»	0,028	0,004	0,003	0,007	0,004	»

Анализы Р. А. Калашниковой.

Разр. 4, 1949. Темная серо-коричневая почва на элювии меловых известняков. Предгорья Малого Кавказа. Абс. выс. 480 м. Целина. Растительность: злаковая (бородач) с *Thymus*.

A_1 0—5 см — Дерновый, буровато-серый суглинок с щебенкой, мелкокомковатый, книзу буреет и плотнеет.

A_2 5—20 см — Коричневато-серый, глинистый или тяжелосуглинистый, ореховато-мелкокомковатый.

B_1 20—32 см Коричневато-буровато-палевый с сероватым оттенком, глин... наиболее оглиненный, плотный, комковато-ореховатый, ... червороины.

B_2 32—63 см Буровато-палевый, глинистый с карбонатными выделен... известковой щебенкой.

B_3 63—70 см Буровато-палевый, глинистый с обильной известковой ...кой.

C_1 глубже 70 см Пласты белого известняка, содержащего вкрапления ... минералов (полевых шпатов и др.).

Данные анализа водных вытяжек разр. 4 Р, 1949
(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образца, см	Влажность	Плотный остаток	HCO_3' (общ.)	Cl'	SO_4''	HCO_3' (общ.)	Cl'
						в мг-экв на 10...	
0—5	3,87	0,102	0,043	0,003	0,000	0,70	0,08
10—15	3,57	0,126	0,039	0,011	0,003	0,64	0,31
25—36	3,37	0,088	0,040	0,003	0,000	0,66	0,08
40—45	4,03	0,082	0,036	0,003	0,000	0,50	0,08
63—70	4,45	0,076	0,035	0,009	0,001	0,57	0,25

Анализы Р. А. Калашниковой.

Разр. 6 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, суглинистая.
Верхня часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. выс. 160 м. Старая ... Растительность: мятликово-разнотравная с *Achillea*, различными сорн... Поверхность задернована *Poa bulbosa*. Вскипание от HCl с поверхности.

A_1 0—3 см Рыхлозадернованный, буровато-серый суглинок, пласти... слоеватый.

A_1 3—14 см Буровато-серый, темнее предыдущего, тяжелый суглинок, ... плотный, комковатый, масса корней.

A_2 14—25 см Серовато-бурый тяжелый суглинок, непрочно-комко... слабо плотный, с большим количеством корневин и ... землероев.

B_1 25—56 см Серовато-бурый с коричневатым оттенком, глинистый, пл... слабо вертикально трещиноватый, призмовидной структур... непрочной, распадается на ореховато-комковатые отдель... Обильные выделения карбонатной плесени, много круп... мелких корней.

B_2 56—95 см Серовато-палево-бурый тяжелый суглинок, менее плотн... карбонатной плесенью, много корней, редкие ходы ... роев.

B_3 75—104 см Палево-буроватый с сероватым оттенком средний сугл... слабо пористый, слабо плотный, редкая карбонатная пл...

C_1 104—130 см Буровато-палевый легкий пылеватый суглинок, слабо пор... облессованность слабая; редкие жилки карбонатов, корн... и старые ходы землероев. Имеются линзы буроватого ... лого суглинка.

C_2 130—143 см Светлошоколадно-бурого цвета глина, хорошо оструктур... (мелкокомковатая), с пятнами и языками темного цвета, ... ходы землероев.

Погребенный гумусовый горизонт.

Разр. 7 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, суглинистая.
Подгорная равнина, абс. выс. 80 м. Гривообразные повышения, сложенные ... никовым пролювием. Целина.
Растительность: мятликово-полынная.

Данные анализа водных вытяжек разр. 6 Р, 1949
(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образца, см	Влажность	Плотный остаток	Щелочность		Cl'	SO_4''	HCO_3'	Cl'	SO_4''
			CO_3''	HCO_3'			в мг-экв на 100 г		
0—4	4,33	0,107	Нет	0,031	0,004	0,003	0,51	0,11	0,06
17—22	4,40	0,087	»	0,038	0,018	0,000	0,62	0,51	0,00
35—45	4,41	0,082	»	0,048	0,007	0,001	0,79	0,20	0,02
60—70	5,05	0,042	»	0,029	0,004	0,000	0,48	0,11	0,00
80—90	4,92	0,035	»	0,028	0,006	0,000	0,46	0,17	0,00
110—120	3,94	0,084	»	0,041	0,009	0,005	0,67	0,25	0,10
130—143	5,31	0,123	»	0,039	0,019	0,011	0,64	0,54	0,23

Анализы Р. А. Калашниковой.

A_1 0—2 см Рыхлозадернованный, буровато-серый, пластинчато-слоеватый, суглинистый.

A_1 2—9 см Коричневато-буровато-серый, среднесуглинистый, пластинчато-комковатый, слаботрещиноватый, много тонких крупных корней.

A_2 9—17 см Серовато-бурый с коричневатым оттенком, тяжелосуглинистый, мелкокомковатый, с редкой прочной галькой.

B_1 17—30(36) см Серовато-буроватый с коричневатым оттенком, тяжелосуглинистый, мелкокомковато-ореховатый, плотный, обильные плесневидные выделения карбонатов, много мелких корешков и ходов землероев; встречается известковая галька.

B_2 30(36)—47 см Серовато-палево-бурый средний суглинок, с копролитами, редкая карбонатная плесень и мелкие пятнышки карбонатов; встречается известковая галька.

С 47—160 см Пестрая свита аллювиально-пролювиальных песчано-суглинисто-галечниковых отложений, с прослоями тяжелых суглинков и глин. На гальке — потеки извести. Гипса не видно.

Разр. 11 Р, 1949. Светлая серо-коричневая почва, солонцевато-солончаковатая.
Нижняя часть подгорной равнины Малого Кавказа, абс. выс. 10 м. Целина. Раститльность: полынно-мятликово-солянковая с лишайниками.

A_1 0—4 см Дерновый, буровато-серый, пылевато-супесчаный, тонко (листовато-) слоеватый, переходит в пластинчато-слоеватый.

A_2 4—13 см Буровато-серый с коричневатым оттенком, суглинистый, комковатый, пронизан корнями, рыхловатого сложения, ходы землероев.

A_2 13—19 см Буроватый светлосерый суглинок, более плотный, с пятнами карбонатных выделений, редкие ходы землероев.

B_1 19—31 см Серовато-буроватый, более тяжелый, плотный, комковатый, с обильной карбонатной белоглазкой.

B_2 31—60 см Светлосеровато-буроватый суглинок, крупнопесчанистый, плотный, с обильным выделением карбонатной белоглазки. Солонцеватый, водная вытяжка дает окрашивание с фенолфталеином.

B_3 60—78 см Буроватого цвета, более легкий крупнопесчанистый суглинок, плотный, с редкой карбонатной белоглазкой.

C_1 78—90 см Светлобурого цвета крупнозернистая супесь, уплотненная, бесструктурная, с выделениями гипса.

Анализы водных вытяжек и состава поглощенных оснований приведены в табл. 15 и 16.

Разр. 14 Р, 1949. Обыкновенная серо-коричневая почва.
Верхняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. выс. около 120 м. Растительность: полынно-эфемероидное и эфемеровое разнотравие с *Capparis spinosa*.

A_1 0—3 см Дерновый, буровато-серый, пылеватый средний суглинок, местами погребен под свежим наносом делювия.

A_1 3—9 см Серо-бурый суглинок пластинчато-слоеватый, переходящий в слабо комковатый, неплотного сложения, сильно корешковатый.

A_2 9—20 см Серо-бурый средний суглинок, более тяжелый, комковатый, много корней, в нижней части слоя появляется карбонатная плесень.

B_1 20—45 см Серовато-светлобурый с коричневатым оттенком средний суглинок еще более тяжелый (глинистый), более плотный с карбонатной

плесенью до 30 см, переходящей в карбонатную белоглазку, ст
то-комковатый.

B_2 45—80 см Палево-светлобурый тяжелый суглинок с обильным выде
карбонатной белоглазки, менее плотный, ореховато-комко

B_3 80—103 см Буровато-палевый суглинок, более легкий, с редкой и боле
кой карбонатной белоглазкой.

Данные анализа водных вытяжек разр. 14 Р, 1949
(в % на сухую навеску)

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток	HCO_3' (общ.)	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	Mg''	
0—3	0,040	0,038	0,004	0,003	0,015	0,003	
3—9	0,076	0,027	0,003	0,004	0,011	0,002	
12—17	0,040	0,030	0,003	0,004	0,011	0,002	
22—32	0,048	0,033	0,003	0,005	0,013	0,002	
50—60	0,036	0,039	0,003	0,004	0,016	0,003	
90—100	0,136	0,047	0,039	0,026	0,007	0,001	

Анализы Г. Мельниковой.

Разр. 15 Р, 1949. Светлая серо-коричневая почва, переходящая к обыкно
слабосолончаковатая.

Подгорная слабо холмистая равнина Малого Кавказа. Абс. выс. 200 м.
тельность: мятликово-полынная.

A_1 0—5 см Слабозадернованный, буровато-серый, пластинчато-слоеват
левато-суглинистый.

A_1 5—20 см Серовато-бурый более тяжелый пылеватый суглинок, непл
много корней, мелкокомковатый.

B_1 20—35 см Серовато-бурый суглинок еще более тяжелый, плотнее пр
щего, но издырявлен землероями, мелкоореховато-комк
много корней, редкая карбонатная плесень, переходящая в
натную белоглазку и мелкие конкреции.

B_2 35—85 см Светлосеровато-буроватый с коричневым оттенком тяжел
глинок или глина, плотный, с обильным выделением карбонат
логлазки, особенно с 50 см, ореховато-комковатой структуры
литы и другие следы деятельности землероев, много корней

B_3 85—105 см Палево-буроватый с сероватым оттенком суглинок, тяжелый,
ненный, комковатый, с крупной, но довольно редкой белогл
редкие корни и ходы землероев.

Данные анализа водных вытяжек разр. 15 Р, 1949
(в % на сухую навеску)

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток	HCO_3' (общ.)	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ по разности
0—5	0,036	0,040	0,003	0,005	0,029	0,009	Нет
22—32	0,080	0,037	0,005	0,005	0,013	0,002	0,00
38—48	0,052	0,040	0,009	0,004	0,009	0,002	0,00
65—75	0,180	0,044	0,107	0,012	0,002	0,001	0,05
89—99	0,408	0,044	0,191	0,069	0,004	0,038	0,08
127—137	0,616	0,031	0,213	0,088	0,021	0,011	0,14

Анализы Г. Мельниковой.

C_1/B 105—125 см Палево-буроватый с сероватыми (гумусовыми) пятнами суглинок, уплотненный, комковатый, с расплывчатыми пятнами карбонатов, отдельные ходы землероев и корневины, единичные кристаллики гипса.

C_2 125—137 см Буровато-палевый средний суглинок с отдельными выделениями гипса и единичной мелкой карбонатной белоглазкой.

Разр. 19 Р, 1949. Лугово-серо-коричневая почва, сильносолончаковатая.

Нижняя часть подгорной равнины Малого Кавказа, сильно выположенная, с плоскими понижениями. Целинная степь с мятликово-полынной растительностью. Район древнего орошения. Абс. выс. около 20 м.

A_1 0—5 см Задернованный, светлосерый, слоевато-пластинчатый, пылевато-суглинистый.

A_2 5—20 см Буровато-серый более тяжелый, тонко трещиноватый, комковатый, карбонатная плесень, переходящая в мелкие карбонатные пятнышки.

B_1 20—46 см Серо-бурый тяжелый суглинок, почти глинистый, ореховато-комковатый, плотный, возможно слабосолонцеватый, много корней и ходов землероев, карбонатная белоглазка.

B_2 46—65 см Серовато-светлобурый тяжелый суглинок, плотный, с карбонатной белоглазкой, с признаками слабой оглеенности. Встречаются обломки каспийских ракушек, ходы землероев.

B_3 65—110 см Светлобурый средний суглинок, неодинаковой окраски, плотный, ореховато-комковатый; копролиты и другие следы деятельности землероев, слабые признаки бывшей оглеенности и обломки древнекаспийских ракушек.

C_1 110—132 см Палево-буроватый средний суглинок с включением линз песка и песчано-глинистых оглеенных прослоев с ржаво-охристыми пятнами, бесструктурный, изредка встречаются мелкие кристаллики гипса. По всему слою рассеяны обломки древнекаспийских ракушек, изредка старые ходы землероев.

C 132—152 см Палево-светлобурый тяжелый суглинок с большим количеством гипса и с сизоватыми и ржаво-охристыми пятнами.

Данные анализа водных вытяжек разр. 19 Р, 1949
(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образца, см	Влажность	Плотный остаток	Щелочность		Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ по разности
			CO_3''	HCO_3'					
0—5	3,81	0,099	Нет	0,026	0,000	0,005	0,008	0,000	0,003
6—16	4,00	0,069	»	0,031	0,002	0,000	0,007	0,000	0,005
27—37	3,52	0,108	»	0,040	0,028	0,000	0,003	0,001	0,018
46—65	3,32	0,766	»	0,023	0,348	0,006	0,055	0,042	0,107
70—85	2,94	0,708	»	0,016	0,312	0,033	0,031	0,031	0,129
115—125	2,89	0,554	»	0,024	0,230	0,067	0,015	0,015	0,138
132—155	5,00	2,007	»	0,012	0,160	1,055	0,163	0,068	0,297

Анализы Р. А. Калашниковой.

Разр. 21 Р, 1949. Сульфатно-содовый луговой солонец.

Зона выклинивания грунтовых вод на подгорной равнине Малого Кавказа. Растительность: преобладает *Camphorosma Lessingii*.

А 0—4 см Темносерый с буроватым оттенком песчано-суглинистый, плотный, призмовидно-глыбистый.

A_2 4—10 см То же, но с коричневатым оттенком глинистый, призмовидно-глыбистый, выламывается крупными глыбами, распадающимися на угловатые комки.

B_1 10—47 см Коричневато-темносерый, песчано-глинистый, хорошо распадается на крупные угловатые комки, слаботрещиноватый, очень много корней.

B_2 47—65 см Буровато-серый с сизоватым оттенком тяжелый суглинок, слабокомковатый, плотный, много корней.

C_1 65—85 см Светлый сизовато-серый (белесоватый), сильно омергелев... с небольшим количеством солевых выделений.

Вообще вытяжки из всех слоев дают яркое окрашивание с фенолфталеи...

Анализы приведены в табл. 15.

Разр. 22 Р, 1949. Темнокоричневая, кустарниково-степная почва, глинистая ... элювии-делювии известковых сланцев акчагыльского возраста.

Южные склоны отрогов Большого Кавказа. Абс. выс. около 400 м. Растительн... палиурусово-злаковое разнотравье с *Inula grandis*, *Aegilops*, солодкой и др.

A_1 0—4 см Темносерый, тяжелосуглинистый, трещиноватый, плотный, сл... тый, комковато-глыбистый, с большим количеством корней.

A_1 4—14 см Темносерый с буроватым оттенком, глинистый, плотный, трещ... ватый, глыбисто-комковатый, распадается на ореховато-гл... ватые отдельности, в небольшом количестве червороины.

A_2 14—30 см Буровато-темносерый, глинистый, менее плотный, сильнотрещ... ватый, крупнокомковато-глыбистый, крупные комки распада... на ореховато-комковатые отдельности, много корней и черв...

B_1 30—65 см Темносерый с шоколадным оттенком и с сизоватостью, очень т... лый (иловато-глинистый), слитный, крупнотрещиноватый, ор... вато-комковатый, выламывается крупными глыбами, мест... (с 35 см) встречаются белые жилки карбонатов.

B_2 65—118 см Более светлый, иловато-глинистый, очень плотный (слит... вязкий, с крупными пятнами карбонатных выделений и с вкл... ниями щебенки и гальки подстилающих пород.

B_3 118—130 см Серовато-оливкового цвета тяжелая глина, плотная с обильн... выделениями карбонатов и включением полувыветрелой щеб... и гальки, количество которой с глубиной увеличивается.

Вскипание от HCl с 36 см.

Разр. 27 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, солончаковатая на элювии ... нистых сланцев.

Предгорья Большого Кавказа. Абс. выс. около 200 м. Целина.

Растительность: полынно-палиурусово-бородачевая с *Aegilops* и др.

A_1 0—7 см Слабозадернованный серый с коричневатым оттенком суглин... пластинчато-слоеватый, трещиноватый, распадается на прямоуг... ные отдельности, с включением гальки и щебенки.

A_2 7—20 см Светлый серовато-коричневато-бурый, глинистый, трещинова... комковато-ореховатый, вертикально трещиноватый, с тенден... распадаться на призмовидные отдельности.

B_1 20—65 см Серовато-бурый с оливковым оттенком, глинистый, плотный (... ти слитный), слабо вертикально трещиноватый, с обильными в... лениями карбонатной белоглазки, количество которой с глуби... уменьшается; структура — ореховато-комковатая.

B_2 65—86 см Серовато-светлобурый с оливковым оттенком, более легкий и ... нее плотный, грубокомковатый, с жилками гипса.

C_1 86—100 см Палево-оливкового цвета глина или тяжелый суглинок с больш... содержанием гипса.

Разр. 32 Р, 1949. Темная серо-коричневая почва, слабосолонцеватая [1].

Данные анализа водных вытяжек из образцов почв разр. 27 Р, 1949

(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образца, см	Влажность	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	$Ca^{··}$	$Mg^{··}$	$Na^{·}+K^{·}$ по ра... ности
			CO_3''	HCO_3'					
0—7	3,67	0,094	Нет	0,035	0,000	0,005	0,012	0,002	0,010
8—18	3,25	0,109	»	0,036	0,007	0,011	0,009	0,000	0,022
26—36	3,15	0,053	»	0,025	0,001	0,002	0,009	0,002	0,006
50—60	3,18	0,042	»	0,026	0,001	0,002	0,008	0,001	0,008
70—80	3,43	0,088	»	0,034	0,004	0,012	0,012	0,001	0,017
90—100	5,44	1,106	»	0,012	0,002	0,673	0,268	0,013	0,000

Анализы Р. А. Калашниковой.

[1] Разрез описан совместно с В. А. Ковда и В. Р. Волобуевым.

Подгорная равнина. Целина. Растительность мятликово-полынная среди фисташкового редколесья с кустарниками (палиурус и др.).

A_1 0—7 см Слабозадернованный, серый, книзу постепенно приобретает коричневатый оттенок, суглинистый, пластинчато-слоеватый, слабо-трещиноватый, распадается на плитчато-комковатые отдельности.

A_2 7—20 см Коричневато-серый, более тяжелый, комковатый, неплотного сложения, много корней.

B_1 20—38 см Серовато-коричневатый, глинистый, плотный ореховато-комковатый, копролиты и червороины.

B_2 38—63 см Серовато-коричневато-бурый глинистый, комковатый, с включением редкого гравия, ореховато-комковатый.

B_3 63—87 см Палево-коричневато-бурый, менее глинистый, с крупной карбонатной белоглазкой, крупно-ореховато-комковатый, с ходами землероев.

B/C_1 87—110 см Буровато-палевый тяжелый или средний суглинок, слабо облессованный, с редкой крупной белоглазкой.

C_2 110—125 см Погребенный гумусовый горизонт пустынно-степной почвы, того же примерно вида, что и описываемый разрез.

Анализы водных вытяжек и состава поглощенных оснований приведены в табл. 15 и 16.

Разр. 34 Р, 1949. Светлая серо-коричневая почва.

Средняя часть подгорной равнины Малого Кавказа. Абс. выс. 78 м. Целина. Растительность: мятликово-полынная с *Capparis spinosa*.

A_1 0—5 см Слабозадернованный серый с буроватым оттенком, суглинистый, пластинчато-слоеватый.

A_2 5—25 см Коричневато-светлосерый суглинок, неплотный в верхней части, ореховато-мелкокомковатый, много корней.

B_1 20 — 40 см Серовато-буроватый с коричневым оттенком, более тяжелый и плотный, ореховато-комковатый, с большим количеством карбонатной белоглазки.

B_2 40—70 см Палево-бурый (коричневатый) с сероватым оттенком тяжелый суглинок, плотный, ореховато-комковатый, с еще бо́льшим количеством карбонатной белоглазки, переходящей книзу в конкреции.

B_3 70—85 см Палево-бурый суглинок с карбонатной белоглазкой и непрочными конкрециями, слабо ореховато-комковатый.

C_1 85—100 см Буровато-палевый суглинок комковатый, с небольшим количеством карбонатных выделений; много гипса.

Данные анализа водных вытяжек из образцов почв разр. 34 Р, 1949

(в % на абсолютно-сухую почву)

Глубина взятия образца, см	Влажность	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	$Ca^{··}$	$Mg^{··}$	$Na^{·}+K^{·}$ по разности
			CO_3''	HCO_3'					
0—5	3,48	0,088	Нет	0,038	0,004	0,002	0,008	0,003	0,003
7—17	3,45	0,078	»	0,037	0,004	0,001	0,007	0,003	0,003
20—29	3,38	0,068	»	0,037	0,002	0,006	0,008	0,003	0,003
30—40	3,44	0,066	»	0,039	0,002	0,004	0,010	0,003	0,001
42—55	3,33	0,052	»	0,037	0,002	0,004	0,005	0,005	0,002
58—68	5,41	0,088	»	0,035	0,010	0,008	0,007	0,005	0,006
90—100	6,92	1,264	»	0,018	0,011	0,768	0,295	0,021	0,001

Анализы Р. А. Калашниковой.

Разр. 45 Р, 1949. Солонец солончаковатый [1].

Область предгорий Большого Кавказа. Ячменное поле.

А 0—18 см Серовато-бурый, среднесуглинистый рыхловатого сложения, пороховидный, ореховато-комковатой и крупнокомковатой структуры.

[1] Разрез описан совместно с А. С. Преображенским, Р. В. Ковалевым, Д. М. Секириным, С. Г. Аристовым и др.

B_1 18—28 см Буровато-коричневый, глинистый, плотный, трещиноватый, мовидный с блеклыми выделениями карбонатов.

B_2 28—56 см Коричневато-шоколадного цвета, глинистый, трещиноватый, ный, призмовидно-глыбистый, с глянцеватым оттенком на структурных отдельностей.

B_3 56—75 см Оливково-буровато-палевая крупнопесчанистая супесь, с языками и затеками коричневато-бурой глины из вышеле горизонта. Крупные пятна карбонатных выделений, слабо сто-ржавые пятнышки.

C_1 75—95 см Оливково-буровато-палевая глина с крупными гнездами

Водные вытяжки из всех горизонтов, кроме горизонтов 0—18 и 75—95 см яркое окрашивание с фенолфталеином. Анализы водных вытяжек приведены в

Разр. 14 Р, 1950. Коричневая кустарниково-сухостепная почва.

Средние части подгорной равнины Талышских гор. Абс. выс. около 10 м.

A_1 0—15 см Бывший пахотный, серый с коричневатым оттенком, тяже нистый, не вскипает.

A_2 15—26(33) см Коричневато-серый, легкоглинистый, трещиноватый, глы не вскипает.

B_1 26(33)—50 см Серовато-буровато-коричневый, тяжелоглинистый, почти сл трещиноватый, глыбистый, распадается на крупные комки лее оглиненная часть профиля, имеется карбонатная Бурно вскипает.

B_2 50—105 см Палево-серо-бурый со слабым коричневатым оттенком, гли с обильными выделениями карбонатной белоглазки.

B_3 109—125 см Серовато-палевый с буроватым оттенком, менее тяжелый, с натной белоглазкой и единичными конкрециями.

Разр. 21 Р, 1950. Коричневая кустарниково-сухостепная почва.

Равнинное плато в области предгорий Большого Кавказа. Абс. выс. около Целина или старая залежь. Растительность: палиурусово-разнотравная степь.

A_1 0—10 см Слабозадерненный серый, с коричневатым оттенком тяже нистый или глинистый, трещиноватый, глыбисто-ком (бывший пахотный). Не вскипает.

A_2 10—25 см Коричневато-серый, глинистый плотный, трещиноватый, вато-глыбистый, сильно корешковатый, ореховато-комковат вскипает.

B_1 25—75 см Серо-коричневый, очень тяжелый (глинистый), наиболее с ная часть профиля, вертикально-трещиноватый (трещины в поперечнике), призмовидно-глыбистый, распадается на гл комковатые и комковато-ореховатые отдельности, редкая ная белоглазка.

B_2 75—110 см Серовато-коричнево-бурая глина, плотная, хорошо оструктур легко распадается на ореховато-комковатые отдельности зонт наибольшего скопления карбонатной белоглазки и мук скоплений $CaCO_3$.

B_3 110—165 см Палево-буроватый тяжелый суглинок, плотный с больши чеством крупной белоглазки, комковатый.

BC 165—180 см Палево-светлобуроватый более легкий суглинок, слабов тый, с карбонатной белоглазкой.

По всему профилю — следы деятельности землероев и корневины. Вскипание

Разр. 66 Р, 1950. Светлая серо-коричневая песчано-супесчаная почва.

Апшеронский полуостров. Древнеприбойный песчаный вал[1].

A_1 0—21 см Светлый палево-серый песок, слабо уплотненный с остатками ских ракушек.

B_1 21—31 см Светлосерый с коричневым оттенком, более тяжелый супесча уплотненный.

B_2 35—58 см Серовато-коричневый, тяжелая супесь, еще более уплотн и наиболее оглиненная часть профиля с карбонатной белогл и плесенью, комковатой структуры.

B_3 58—70 см Светлее предыдущего, со слабым коричневатым оттенком с более легкая, с карбонатной плесенью и белоглазкой.

B_4 70—130 см Светлопалевая супесь, менее плотная, с более редкой карбон белоглазкой.

C_1 130—200 см Светлопалевая супесь с оливковым оттенком, переходящая в лый песок.

[1] Разрез описан совместно с А. С. Преображенским.

ЛИТЕРАТУРА

Алиев Г. А. Почвы низовий рек юго-восточного склона Большого Кавказа. Ин-т агрохимии и почвоведения АН АзбССР, Баку, 1948.

Антипов-Каратаев И. Н. и Филиппова В. Н. Характеристика темнокаштановых почв Заволжья. «Тр. Ком. по ирригации», сб. 10. Изд. АН СССР, М.—Л., 1937.

Болотина Н. И. Запасы гумуса в основных типах почв СССР. «Почвоведение», № 5, 1947.

Волобуев В. Р. 1) О почвенно-климатических закономерностях на территории СССР. «Почвоведение», № 11, 1946; 2) Профили гумусности и карбонатности почв Азербайджана степного типа почвообразования. «Докл. АН АзбССР», т. II, № 5, 1946.

Волобуев В. Р. О почвах аридного редколесья Карабахской степи. «Тр. Ин-та агрохимии и почвоведения», т. V, Баку, 1951.

Герасимов И. П. Коричневые почвы сухих лесов и кустарниковых лугостепей. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», т. XXX, М.—Л., 1949.

Глазовская М. А. Почвенно-географический очерк Австралии. Географгиз, М., 1952.

Горбунов Б. В. Главнейшие химические и физические свойства сероземов богарной зоны Узбекистана. «Тр. Узбекск. фил. АН СССР», серия X, в. 3, Ташкент, 1942.

Гроссгейм А. А. Растительный покров Кавказа. Изд. Моск. об-ва испыт. природы, М., 1948.

Димо Н. А. Полупустынные почвенные образования юга Царицынского уезда, их генезис и морфология. В кн.: Димо Н. А. и Б. А. Келлер. В области полупустыни. Саратов, 1907.

Захаров С. А. О лессовидных отложениях Закавказья. «Почвоведение», № 1, 1910.

Захаров С. А. Почвы Мильской степи и содержание в них легкорастворимых солей. СПб., 1912.

Захаров С. А. О главнейших итогах и основных проблемах изучения почв Грузии. «Изв. Тифл. гос. политехн. ин-та», в. 1, 1924.

Захаров С. А. Почвообразователи и почвы Азербайджана. Баку, 1927.

Захаров С. А. Опыт классификации почв Закавказья. «Тр. Сект. почвовед. Зак. фил. АН СССР», т. I, Тифлис, 1934.

Захаров С. А. Почвы Кура-Араксинского бассейна как объект водной мелиорации. Материалы в общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, в. 3—4, Тифлис, 1936.

Зайналов А. К. Засоленные почвы Евлахского района. «Тр. Ин-та агрохимии и почвоведения», т. V, Баку, 1951.

Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Изд. АН СССР, М., 1951.

Кудрин С. А. Агрохимическая характеристика почв Узбекистана. Сб. «Почвы Узбекистана». Изд. АН УзбССР, Ташкент, 1949.

Кудрин С. А. и Розанов А. Н. Влияние некоторых коренных пород на процессы выветривания и почвообразования в условиях Средней Азии. «Пробл. сов. почвоведения», сб. 7, М.—Л., 1939.

Лазарев А. А. Агрохимическая характеристика почв Голодной степи. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», т. XXIX, М.—Л., 1948.

Мали Е. А. Определение подвижной фосфорной кислоты в среднеазиатских почвах методом углещелочных вытяжек. Сб. «Вопросы физики, химии, мелиорации почв и удобрения хлопчатника», изд. СоюзНИХИ, Ташкент, 1939.

Мачигин Б. П. Сравнительное изучение методов определения «подвижных» фосфатов в карбонатных почвах Средней Азии. Сб. «Вопросы физики, химии, мелиорации почв и удобрения хлопчатника», изд. СоюзНИХИ, Ташкент, 1939.

Ножин Л. Л. Почвенная карта низменности Восточного Закавказья. Масштаб 1 см = 2 км. Изд. Управл. по составл. схемы использ. водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, Баку, 1930.

Пономарев Г. М. и Антипов-Каратаев И. Н. Почвы степных типов почвообразования, развитые на изверженных кристаллических породах (опыт количественной обработки аналитических материалов). «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», т. XXV, М.—Л., 1947.

Прасолов Л. И. О мировой почвенной карте. «Почвоведение», № 1, 1939.

Прасолов Л. И. и Антипов-Каратаев И. Н. Каштановые почвы. Сб. «Почвы СССР», т. I. Изд. АН СССР, М.—Л., 1939.

Протасов П. В. Методы определения обменного калия в карбонатных почвах. «Почвоведение», № 5, 1939.

Розанов А. Н. Почвы восточной части Бетпак-дала. «Тр. Средне-Азиатского ун-та», Ташкент, 1935.
Розанов А. Н. Terra rossa в Средней Азии. «Природа», № 5, 1945.
Розанов А. Н. Почвы Афганистана. «Почвоведение», № 3—4, 1945.
Розанов А. Н. Серозем как почвенный тип. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», т. XXX, М.—Л., 1949.
Розанов А. Н. Почвенные ресурсы Таджикистана. Научно-попул. библ., Изд. Тадж. фил. АН СССР, Сталинабад, 1950.
Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. М.—Л., 1951.
Розанов А. Н. Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности. «Почвоведение», № 12, 1952.
Сабашвили М. Н. Почвы Грузии. Изд. АН ГрузССР. 1948г.
Сабашвили М. Н. Об агрегатности лессовидных пород Восточной Грузии. Собщ. АН ГрузССР, т. VIII, № 7, Тбилиси, 1947.
Седлецкий И. Д. Коллоидно-дисперсная минералогия. Изд. АН СССР, М.—1945.
Смирнов-Логинов В. П. Проблема классификации почв Азербайджана на основе сводной почвенной карты (1 : 2 000 000). Изв. АзФАН, № 8, 1943.
Тюремнов С. И. Почвы Восточно-Закавказской равнины. Матер. по районированию Азербайджанской ССР, т. 2, Баку, 1927.
Тюремнов С. И. Почвенно-грунтовые условия южного участка Джафарской опытной станции и его засоление. Библ. журн. «Природа и сельское хозяйство засушливых областей СССР», т. III, 1928.
Тюрин И. В. и Кононова М. М. О новом методе определения потребности почв в азоте. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», т. X, в. 4, Л., 1934.
Тюрин И. В. Географические закономерности гумусообразования. «Тр. ... сессии, посвященной столетию со дня рождения В. В. Докучаева». Изд. ... СССР, 1949.
Фридланд В. М. Опыт почвенно-географического разделения горных стран СССР. «Почвоведение», № 9, 1951.
Щеглов И. А. Почвы Калмыцкой обл., ч. 1—2, Саратов, 1926—1930.
Чакветадзе Е. А. Некоторые данные по агропроизводственной характеристике серо-коричневых почв. «Почвоведение», № 9, 1953.
Muir A. Notes on the soils of Siria. The Journal of soil science, v. 2, num. 2, 1951, Oxford.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

В. А. КОВДА

ПРОБЛЕМЫ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Барабинская низменность — один из важнейших районов животноводства и маслоделия в Советском Союзе[1]. Слава сибирского животноводства и маслоделия сложилась еще в дореволюционное время. Громадные природные богатства Барабы — луга, сенокосы, пастбища — вызвали в конце прошлого века приток в Западную Сибирь большого числа переселенцев из старых земледельческих районов дореволюционной России. Царское правительство всемерно поощряло заселение Сибири, стремясь этим путем ослабить угрозу крестьянских бунтов в европейской части России.

В 1895—1911 гг. мелиоративной экспедицией Жилинского были осуществлены в Барабе крупные осушительные работы, охватившие площадь более миллиона гектаров. Было осушено и в дальнейшем использовано в животноводстве около 300 тыс. га ранее заболоченных земель.

Однако дореволюционная Россия не могла обеспечить правильное использование природных богатств Барабинской низменности. Больше того, капиталистическое земледелие царской России хищнически уничтожало леса, луга и пастбища Барабы, снижая производительность последних.

Лишь после Октябрьской революции создались необходимые предпосылки для развития работ по мелиорации и рациональному водохозяйственному устройству Барабинской низменности. Животноводство Барабы в послереволюционный период резко пошло в гору.

Дальнейшее развитие колхозов и совхозов Барабинской низменности требует осуществления крупных мероприятий по преодолению неблагоприятных природных условий (заболоченность, засоленность, бездорожье и др.), обеспечивающих вместе с тем повышение плодородия пахотных почв и производительность лугов, сенокосов и пастбищ.

Планами развития народного хозяйства СССР предусматривается производство широких изысканий и научных исследований для проектирования водного и хозяйственного устройства Барабинской низменно-

---

[1] Настоящее сообщение составлено по материалам Почвенного института АН СССР, Министерства сельского хозяйства РСФСР («Водстрой», Барабинская экспедиция) и Убинской опытно-мелиоративной станции.

Автор воспользовался также результатами исследований В. В. Берникова, И. П. Герасимова, К. П. Горшенина, С. И. Долгова, М. С. Кузьминой, Н. В. Орловского, А. Д. Панадиади, Б. Ф. Петрова, П. И. Серебрянской, а также сотрудников руководимой им лаборатории Н. И. Базилевич, П. И. Шаврыгина, Б. М. Голуш.

Названным организациям и лицам автор выражает благодарность.

сти в целях обеспечения условий дальнейшего развития животновод
и маслоделия.

Закон о пятилетнем плане на 1945—1950 гг. предусматривал прове
ние осушительных работ на некоторых территориях, нуждающих
в этом. Осуществление перспектив водного и хозяйственного устройс
Барабы, намеченных во исполнение заданий правительства, превра
Барабинскую низменность в ведущий район советского животновод
и маслоделия.

Решением XIX съезда КПСС намечены дальнейшие работы по осу
нию и освоению Барабы в пятой пятилетке. Народнохозяйственное з
чение Барабинской проблемы исключительно велико. Столь же вел
и научные проблемы, возникающие перед географами, почвоведами, мел
ораторами и агрономами.

Наряду с этим, на примере Барабинской низменности в связи с об
нованием принципов ее водохозяйственного устройства и методов ра
вильного использования ее богатств, должны быть разрешены круп
шие принципиальные вопросы современного естествознания и агроно

В числе важнейших научных вопросов следует назвать вопрос о из
моотношении леса и степи в Барабе, вопрос о том, происходит ли в пос
ледниковое время развитие местности в сторону иссушения или обвод
ния, а также историю и направление развития почвообразовательн
процессов.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Западная Сибирь и ее центральная часть—Барабинская низменность
исключительно своеобразное природное явление. Здесь сложно сочетают
и переплетаются необычайные и противоречивые особенности клим
и рельефа, растительности и почв, хозяйственной обстановки.

Западная Сибирь одна из самых обширных низменностей земного ша
Районы Барабинской низменности расположены на широте 55–5
это — широта Московской области, для которой типична таежная р
стительность и подзолистые почвы.

Несмотря на столь северное положение, для Барабинской низме
ности характерно широкое развитие засоленных почв, проникающих
севернее 56 параллели, и своеобразных черноземно-луговых и черноз
ных почв, занимающих до 30% ее поверхности.

Заболоченные пространства Барабы, охватывающие до 32% ее пл
щади, сложно перемежаются с черноземно-луговыми почвами, солонц
и солончаками, занимающими также не менее 30% поверхности.

Сфагновый мох и солерос (жирная солянка *Salicornia herbacea*) за
стую произрастают в Барабе рядом, а торфяники, поросшие клюквой
морошкой, окаймляются солончаками, площадь которых составля
1700 тыс. га.

Высокая щелочность некоторых засоленных почв Барабы (до pH=1
свидетельствует о широком участии в составе солей соды. Концентрац
почвенных растворов в солончаках иногда равняется 50—100 г/л, что х
рактерно для засоленных почв Средней Азии.

Несмотря на северное положение, Бараба отличается недостаточны
количеством атмосферных осадков (250—425 мм в год). В то же врем
испарение при грунтовом увлажнении почв достигает в год 400—600 м

Среднегодовая температура выражается отрицательной величин
—0°,3—0°,7, летом же, в июле, температура поднимается иногда до +3
+38°, а зимой падает до —45—55°.

Северное положение Барабы приводит к тому, что вегетационный период здесь крайне короткий, всего 30—45 дней (в июле и августе) без ночных и утренних заморозков.

Бесснежность зимы и жестокие морозы вызывают промерзание почвы до глубины 180—200 см. Размерзание протекает медленно, заканчиваясь в июне. Еще в июле в почве можно иногда найти мерзлые горизонты. Мерзлотный период для почв продолжается 200—211 дней. Нижние горизонты почвы поэтому обычно холодны и летом.

Почвообразующие породы отличаются высокой глинистостью. Содержание глинистой фракции в грунтах составляет до 50%. Фракция коллоидов достигает зачастую 20—30%. Если учесть, что в почвах Барабы всегда в большом количестве содержится гумус (10—15%), то можно объяснить причины исключительно высокого коэффициента завядания (13—18%). Величина полевой влагоемкости 23—28%. Из этих цифр можно видеть, что в относительном выражении коэффициент завядания составляет 60—70% полевой влагоемкости. В других условиях при такой относительной влажности растения имеют оптимальные условия для своего развития.

Бараба — страна болот и озер. Здесь насчитывается 2800 озер. Вместе с тем Бараба — страна лугов и почв грунтового увлажнения. На большей части суши грунтовые воды лежат на глубине 1—2 м. Преобладают пресные и слабощелочные грунтовые воды. Но в южной и юго-западной частях Барабы встречаются минерализованные грунтовые воды (10—20 г/л) и рассолы (70—100 г/л).

Грунтовые воды имеют очень низкую температуру, не превышающую летом и осенью +5°, +9°. Критическая глубина залегания грунтовых вод 1,5—1,8 м в отличие от Средней Азии, где она составляет 2,5—3 м. Вследствие глинистости и торфянистости почвогрунтов, грунтовые воды обладают малой подвижностью. Но все же отчетливо можно различать местное передвижение грунтовых вод от повышений рельефа (гривы) к понижениям (болота, займища).

Несмотря на северное положение и близость грунтовых вод, Бараба подвержена засухам. Это объясняется, повидимому, малым количеством атмосферных осадков, большим испарением, высоким коэффициентом завядания, крайне низкой температурой подпочвенных и водоносных грунтов.

БАРАБИНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ — ВЕЛИКАЯ ДЕЛЬТОВО-РЕЧНАЯ РАВНИНА

Рельеф, осадочные отложения четвертичного времени, обилие болот и характер почв свидетельствуют о том, что Барабинская низменность является сложной, почти недренированной исполинской приледниковой равниной речного происхождения (Православлев, Танфильев, Герасимов и др.).

Поперечный профиль через Барабу, от Новосибирска к Омску (рис. 1), отчетливо рисует главную особенность низменности — ее внутреннюю бессточность и наличие глубокой асимметричной замкнутой впадины.

Топографическая карта (рис. 2) дает ясную картину основных геоморфологических элементов Барабы, говорящих об ее аллювиально-дельтово-озерном происхождении (рис. 2).

Барабинская низменность ограничена на востоке высоким Приобским плато, а на западе Прииртышским увалом. Юго-западная часть занята

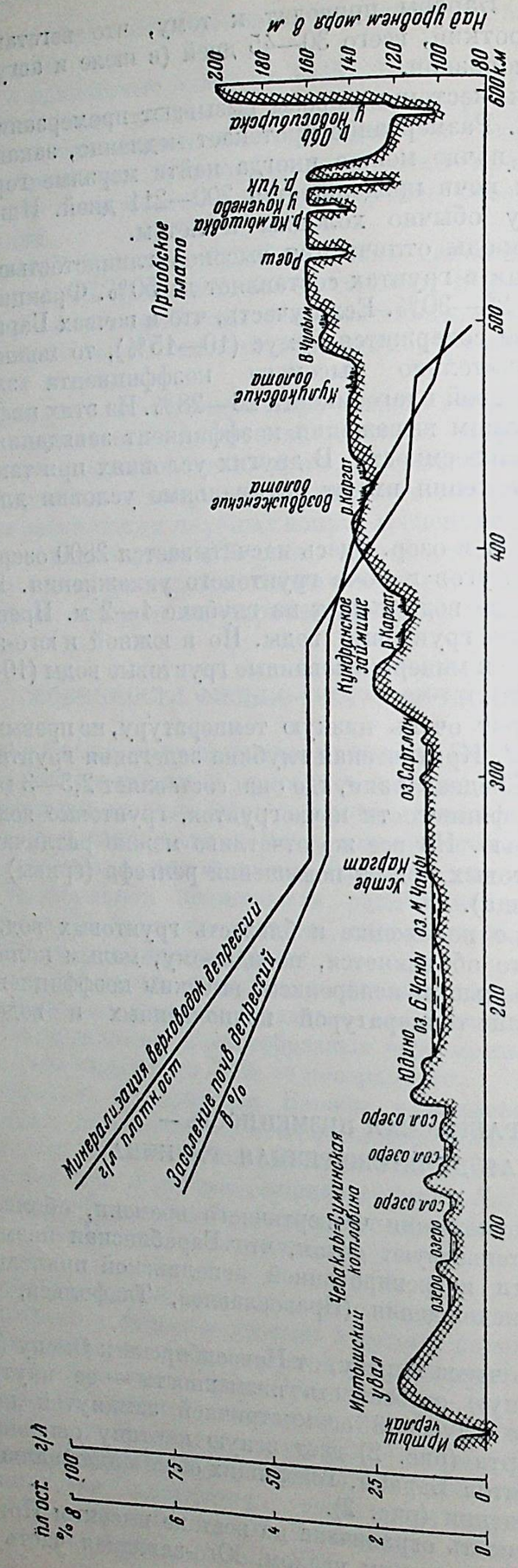


Рис. 1. Изменение минерализации и состава верховодок и засоления почв депрессий в зависимости от высоты местности.

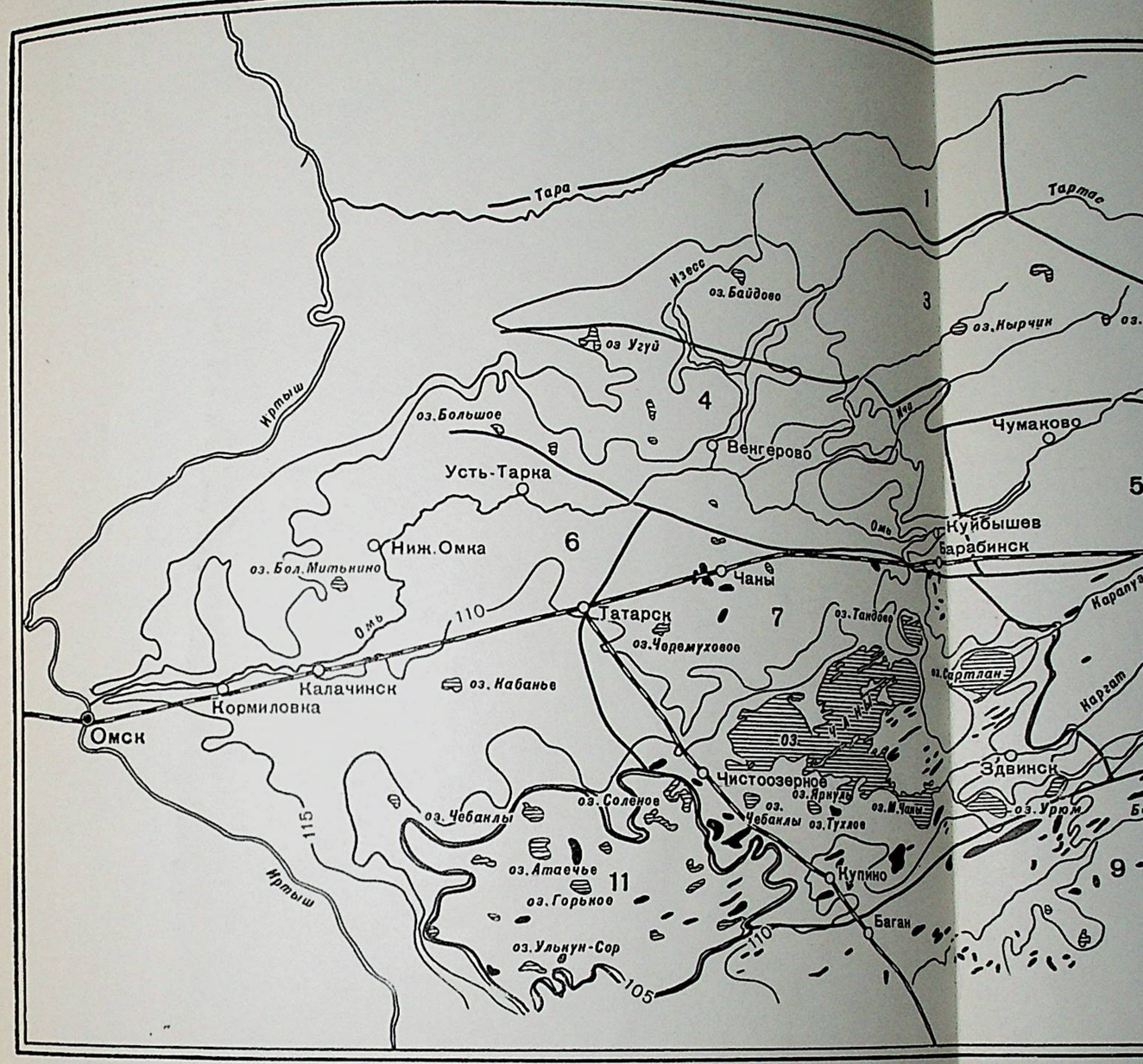


Рис. 2. Карта природных районов Барабинской низменности. Составлена Н. И. К

(В основу положена карта природных районов, составленная Почвенным институтом АН СССР и Министерством сел

бессточной впадиной, в пределах которой расположена система Чановских озер.

С северо-востока на юго-запад поверхность Барабинской низменности сечется обширными лощинами древнего стока, которые перемежаются большими водораздельными увалами, также ориентированными с северо-востока на юго-запад. Лощины представляют собой русла древней отмершей гидрогеографической сети. Эти лощины используются современными малоразвитыми реками, в частности, более крупными из них, берущими начало на северо-востоке (Каргат, Карапуз, Чулым, Омь).

Вокруг Чановских озер, к востоку и северо-востоку от них, различаются бесчисленные гривы (возвышающиеся над общей равнинной поверхностью на 5—12 м), сложенные обычно слоистым песчаным материалом. Бóльшая часть грив ориентирована также с северо-востока на юго-запад.

В пределах лощин древнего стока различаются остатки русел и меандр отмерших рек, обширные займища, заливаемые в паводок водами. Различаются также слабо выраженные террасы, прирусловые валы, останцы размывания древнего рельефа.

Таким образом, в пределах Барабинской низменности можно найти почти все элементы, характерные для обычных пойм. Только эти элементы здесь развернуты на обширной площади и сложно перемежаются друг с другом. Это объясняется тем, что поверхность Барабинской низменности имела сложную историю многократного обводнения и обсыхания.

На протяжении 150 лет уровень Чановских озер, несмотря на сильно выраженные колебания, сокращался (рис. 3). В соответствии с перемещением береговой линии Чановских озер перемещались на поверхности низменности и устья впадающих в эти озера рек.

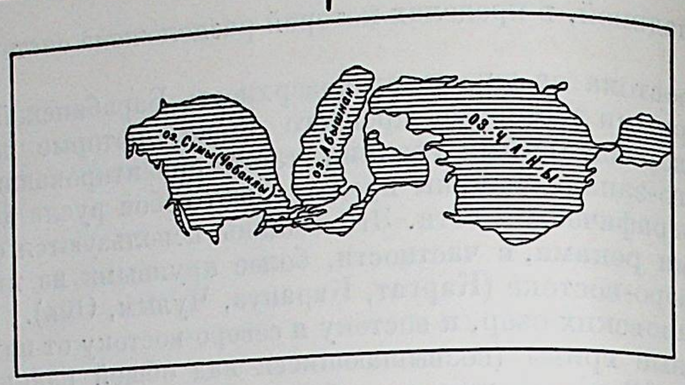
При подъеме уровня воды в р. Оби обская вода при ее ничтожном падении (от Новосибирска до устья — 90 м на 3000 км) должна была устремляться по древним лощинам стока в юго-западном направлении, в Барабинскую низменность. Такие явления могли происходить в Барабе и в связи с бореальной трансгрессией и в связи с наледями или зажорами льдов.

Колебание уровня Чанов в пределах ± 1 м сопровождается обводнением или затоплением территории примерно в 1000 км^2. Естественно, что эти явления, наряду с периодами обильных атмосферных осадков, при равнинности Барабинской низменности должны были вызывать значительные колебания в местоположении речных русел, их устьев, а следовательно, в местоположении характерных элементов геоморфологии дельт и аллювиальной равнины. Это, повидимому, и объясняет исключительное многообразие и сложность в распределении грив, русел, займищ, лощин, древних прирусловых валов, древних центральных пойм, различных останцов и т. д.

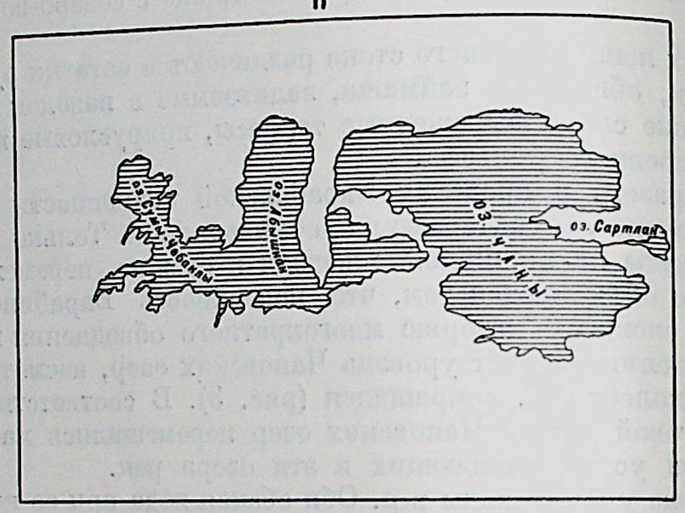
Признаки сильного оглеения почв, минерализующиеся торфяники, обилие пресноводных моллюсков в ныне обсыхающих болотных и луговых почвах (*Planobris Valvota*, *Limnea* и др.) свидетельствуют о том, что в прошлом обводненность Барабинской низменности была несравненно больше. Об этом говорят даже названия отдельных урочищ и мест: холмы и останцы местным населением называются островами, обсохшие понижения «займищами», хотя ныне они не затопляются. Сохранность раковин моллюсков и их цвет тоже свидетельствуют о недавности последнего обводнения.

Отчетливо выраженные признаки древнего оледенения Западной Сибири находятся в районе Сургута (350—400 км к северу от Барабинска).

I



II



III

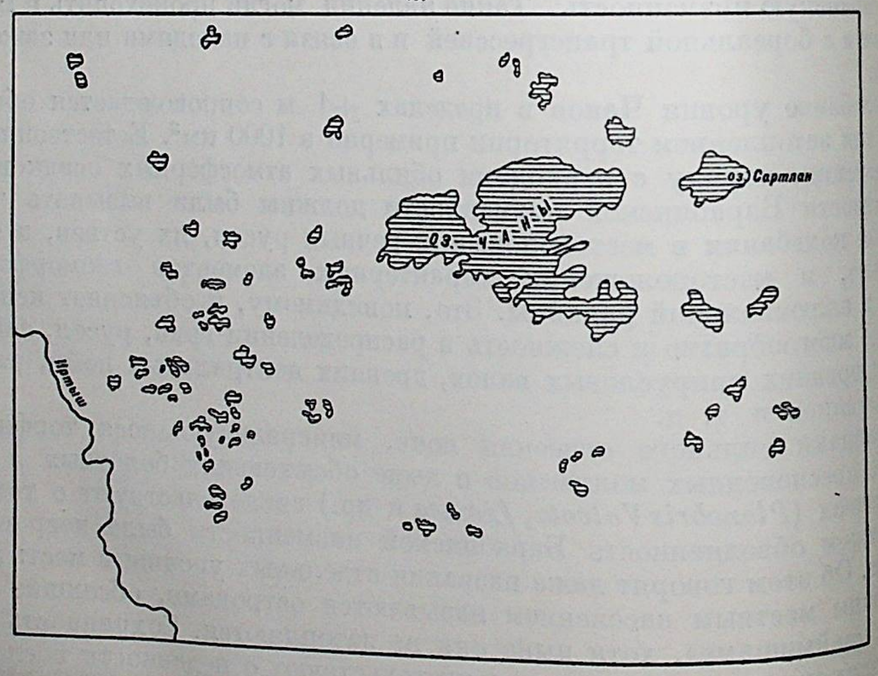


Рис. 3. Карта Чановских озер.

I — озеро Чаны на карте Колыванского наместничества 1786 г.; *II* — озера Чаны, Сум и Абышкан Тобольской и Томской губ. 1824 г.; *III* — современная карта озера Чаны и Чебаклы — Суминских озер.

Можно предположить поэтому, что образование Барабы со всеми характерными элементами ее ландшафта связано с деятельностью ледника и приледниковой обстановкой.

По относительному возрасту почвенного покрова Барабинская низменность является более молодым образованием по сравнению с русской черноземной равниной и более зрелым по сравнению с Лено-Вилюйской впадиной в Якутии. Ландшафты и почвы Барабинской низменности древнее ландшафтов Якутии (где еще все сковано вечной мерзлотой) и значительно моложе ландшафтов и почв русской равнины.

В этом заключается исключительный интерес Барабы для географа и почвоведа. Именно здесь на гигантской приледниковой аллювиально-дельтовой равнине в недавнем прошлом было заложено начало почвообразовательного процесса, прошедшего свой путь от тундры, болот и лугово-дерновых почв до степных черноземных и засоленных почв.

УСЫХАНИЕ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

Одним из кардинальных вопросов теории почвообразовательного процесса является вопрос об общем изменении режима увлажнения местности и основном направлении почвообразования в послеледниковое время.

Выдающиеся русские географы Грум-Гржимайло, Крапоткин, Мушкетов и ботаники Борщев, Крылов, Талиев на основании своих исследований в Сибири и Центральной Азии приходили к выводу, что в послеледниковый период эти территории переживают процесс общего усыхания, сопровождающегося врезанием русел рек, сокращением площади болот и озер, углублением грунтовых вод и появлением в растительности элементов степной и пустынной флоры.

Если вспомнить оригинальную теорию Докучаева о возникновении рек русской равнины из озер путем их объединения и дренирования руслами, то нужно считать и Докучаева сторонником концепции усыхания Русской равнины в послеледниковый период. Известно также прямое указание Докучаева на то, что сибирские черноземы произошли из болот (1882). Эти же взгляды развивались знатоком южнорусских степей Измаильским. Но наиболее полное развитие концепция усыхания Русской и Западносибирской равнин в послеледниковый период получила в учении Вильямса о едином почвообразовательном процессе.

Почвенный покров ледниковой и приледниковой равнин на определенных стадиях развития вступает, по Вильямсу, в период пустынно-степного режима.

В самое последнее время в ботанической литературе (Павлов, 1949) вновь убедительно развиваются эти же положения о прогрессирующем усыхании среднеазиатских и западносибирских равнин.

Развитой корифеями отечественной науки концепции, которая мобилизует нашу агрономию на необходимость энергичных мероприятий по борьбе с причинами, порождающими засуху и засоление почв, противопоставлялись взгляды Коржинского, Танфильева, Драницына об «извечности» степей и об их развитии в сторону повышенного увлажнения и смены степной растительности лесной.

В последнее время (1947—1948) теорию наступления леса на степь, сопровождающегося пульсирующим увеличением увлажнения, развивал академик Л. С. Берг.

Эти разногласия не являются «академическими». В зависимости
принятого решения должна разрабатываться система мероприятий
водному и хозяйственному устройству Барабинской низменности,
считанная на сохранение и перераспределение водных ресурсов в пр
лах Барабы или, наоборот, направленная в основном на вывод и сб
«избыточных» вод за пределы Барабы.

Результаты наших исследований в Барабе позволяют прийти то
к одному выводу: Барабинская низменность, несмотря на периоды ин
сивного увлажнения и усиленного обводнения в послеледниковое вр
переживает прогрессирующее усыхание и потепление, сопровождающ
уменьшением ее водных запасов. Подтверждают это следующие фа
известные прежде и частично установленные вновь.

По имеющимся картографическим данным, площадь Чановских о
испытывая значительные колебания, в основном сократилась. Чанов
озера распались на серию более мелких озер, часть из которых исче
совсем, а часть на протяжении последних 30—40 лет интенсивно усых
Некоторые озера (Щучье, Сумы) и небольшие реки, показанные на ста
географических картах (Гандичиха, Сарайка, Тандовка, Майнак), ис
ли, оставив лишь слабо выраженные бороздины, а некоторые (Ба
Карасук и др.) превратились в бессточные, утратив связи с Иртыш

Сфагновые торфяники (рямы), поросшие богульником, карлик
березой, лопарской ивой, клюквой, проникают далеко к югу, в Кулун
до широты камня, на Оби до Челябинска.

Вкрапленные в солонцово-черноземную степь южной Барабы и Ку
ды сфагновые торфяники являются ныне реликтом совершенно и
условий. Рямы представляют собой безусловное доказательство т
что для Барабы и Кулунды в прошлом был характерен более холод
и влажный климат. В пользу этого свидетельствует также заметное со
жание солей в торфах рямов. Сфагнум произрастает на незасоленных
вах и требует кислых или пресных и не переносит щелочных и минер
зованных растворов. Торфа рямов на юге зачастую содержат до 0,8–1
легкорастворимых солей, появившихся, конечно, позже сформиров
торфяника, т. е. в современный, более сухой и теплый период. В еще б
шей степени это относится к осоково-тростниковым торфам и болот
в Барабе преобладающим. Изучение торфов показывает, что они в
чительной степени появились в результате прогрессирующего зараста
озер и займищ, ныне вовсе исчезнувших.

В торфах такого типа порой обнаруживаются прослои сапропеле
вещества или раковины пресноводных моллюсков, что говорит о пер
дическом повторном обводнении местности.

Многие территории лугово-болотных почв Барабы образовались по
нерализующимся осоково-тростниковым торфяникам. Толща землист
(минерализованного) торфа в них обычно обогащена гипсом и лег
растворимыми солями (до 1—2%), а иногда превращена с поверхно
в засоленную почву.

Несомненно, что образование и начало зарастания водоемов в Бар
происходили в условиях более влажного и более холодного климата.
исчезновение водоемов, минерализация торфа, его засоление — в ус
виях более теплого и сухого степного режима. Особенно убедитель
примеры смены условий и прогрессирующего усыхания и засоления в эт
смысле дают Кундранское и Суминское займища, торфяники и торф
ноболотные солончаковые почвы которых содержат до 1,5—2% сол
а грунтовые воды под солончаками засолились до 30—70 г/л. При эт
почвообразующие материнские и подстилающие породы еще отчетл

сохранили все признаки озерно-болотного происхождения (торф, остатки корневищ тростника, раковины *Planobris*, *Valvata*, *Limnea*, оглеение).

В пользу усыхания свидетельствуют и широко распространенные в Барабе явления засоления озер. Недавно, еще на памяти переселенцев, пресные озера, вследствие потери ими проточности и преобладания испарения над стоком, повысили за последние 30—40 лет свою минерализацию до 3—5 г/л.

Грунтовые воды, по свидетельству местных жителей, понизили свой уровень в среднем на 1—1,5 м, а кое-где и на 3—5 м (гривы) и стали более минерализованными.

Особенно интересным подтверждением нарастания сухости в Барабинской низменности являются частые случаи засоления осоковых кочек на болотах. Являясь как бы фитилем, всасывающим и испаряющим болотные и почвенно-грунтовые воды, осоковые кочки, образовавшиеся в период большого обводнения в прошлом, сейчас напитываются солями и постепенно превращаются в засоленные бугорки, раскопав которые, можно найти остатки осоково-тростниковой растительности. На засоленных кочках и бугорках ныне уже поселяется галофитная растительность.

В связи с этим необходимо отметить и другой широко распространенный факт, свидетельствующий о постепенном наступлении степного режима в Барабинской низменности.

Большинство лугово-дерновых черноземовидных почв и черноземов Западной Сибири, по свидетельству В. В. Докучаева, образовались из болот и болотных почв. Наши исследования полностью подтверждают это. Черноземовидные и черноземные почвы Барабы имеют реликты грунтового питания. В них обнаруживаются следы или остатки не вполне минерализованного торфа, включения раковин пресноводных, моллюсков, оглеение, остатки и отпечатки болотных растений, в частности, тростника.

Нет сомнения, что черноземовидные и черноземные почвы Барабы появились в результате современного остепнения лугово-дерновых и лугово-болотных почв, образовавшихся в условиях большего, чем теперь, обводнения.

Наконец, заслуживает внимания интересный факт, установленный археологической экспедицией АН СССР, производящей раскопки в районе Пазырыкских курганов в Горном Алтае. Здесь обнаружены могильники IV—V вв. до нашей эры. Благодаря тому, что могильники сверху были прикрыты специальными каменными набросами, они сохранили в своих недрах мерзлоту. Никаких признаков мерзлоты в почвах окружающих территорий не обнаружено. Очевидно, мерзлота под каменными набросами сохранилась благодаря термической изоляции.

Таким образом, и этот факт можно трактовать как признак существования в прошлом на территории Сибири и Алтая более холодного периода, сменившегося более теплым и сухим современным.

Может быть несколько причин, вызвавших усыхание территории Западной Сибири и Барабинской низменности.

В числе естественно-исторических причин необходимо назвать отход и исчезновение ледника, а с ним и подпора рек Западной Сибири, развитие постепенной расчлененности рельефа первичной Западносибирской равнины вследствие врезания рек Оби, Иртыша и их притоков. Развитие и углубление речной сети должны были сопровождаться сбросом озерно-болотных вод, а также оттоком и снижением уровня грунтовых вод. Мощным фактором обсыхания всей Западной Сибири и Барабинской низменности явился, очевидно, и процесс зарастания болот и озер, сопровождающийся транспирацией громадных масс наземных и почвенно-грунтовых

вод. Возможно также, что происходило и абсолютное потепление клим
и уменьшение количества атмосферных осадков, а также смещение гра
цы вечной мерзлоты к северу.

Наряду с естественно-историческими факторами важнейшей причи
усыхания Западной Сибири и Барабы было уничтожение лесов и расп
ка водораздельных пространств и высоких грив. Оба процесса долж
были изменить и ухудшить условия накопления снега, его таяния и
верхностного стока. Те массы талых вод, которые прежде оставал
в пределах Сибири, после уничтожения лесов и распашки водоразде
безвозвратно стали уходить вместе с паводковым стоком. Это, очевид
и привело к уменьшению внутреннего влагооборота и отозвалось на
климатической обстановке Западной Сибири.

Об усилении сухости в Барабе и уменьшении запасов почвенно-гр
товых вод свидетельствуют, наконец, и участившиеся случаи засу
Коренное земледельческое население Западной Сибири хранит в св
воспоминаниях не только сведения о большей обводненности Бар
и Кулунды, но и о более благоприятном режиме атмосферных осад
и полном отсутствии засух.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ СОЛЕЙ

Изучение современного засоления показало, что процессы солен
пления в Барабинской низменности обязаны своим происхождением б
шому геологическому круговороту веществ и малому биологичес
круговороту, т. е. процессам историческим и современным — выве
ванию, почвообразованию и минерализации растительных остатков,
текавшим от верхнетретичной эпохи до современности.

Древнее накопление солей, участвующих в большом геологичес
круговороте, происходило вследствие сноса их с окружающих Запад
сибирскую низменность горных сооружений. Благодаря бессточ
Барабинской равнины, поступавшие в нее соли накапливались в боль
размерах и надолго задерживались в почвогрунтах и подземных во

Упаривание водных растворов под влиянием жизнедеятельности
стений и испарения сопровождалось концентрацией солей. Данные а
лизов грунтов из глубоких скважин (Ново-Алексеевская, Барлак
в южной Барабе), а также находки погребенных солончаков в райо
Приобья (восточная Бараба) указывают на весьма сильное засоление д
них горных пород. Как обнаружено в скважинах, заложенных на в
соленных с поверхности водоразделах и в низинах, грунты с глу
15—20 м содержат солей около 1%, а грунтовые воды 25—70 г/л (табл.

В настоящее время суммарные запасы вредных солей в Барабе уве
чиваться уже не могут, так как поступление новых масс солей со сто
Алтая или Урала исключается благодаря врезанности Оби и Иртыш
В этом смысле засоление Барабы в настоящую эпоху не прогрессир
Однако роль большого геологического круговорота внутри Барабы в п
цессах перераспределения солей и накопления их в бессточных пони
ниях еще очень велика и вызывает сильно выраженные процессы за
ления грунтов и грунтовых вод.

Внутри Барабинской низменности происходит общее биогеохими
ское движение и перераспределение солей, имеющихся в рассеянном
стоянии в древних геологических отложениях, в грунтах и грунтов
водах, а также образующихся при ежегодной минерализации расти
ных и животных остатков и при почвообразовании.

Таблица 1

Данные анализа водных вытяжек из образцов (в %) и грунтовых вод глубоких скважин (в г/л)

Глубина взятия образца, м	Плотный остаток, %	Щелочность		Cl′	SO_4''
		CO_3''	HCO_3'		
Центральная Бараба					
Низина, грунты					
5,0	0,20	—	0,08	0,02	0,04
7,0	0,17	—	0,06	0,02	0,03
10,0	0,18	—	0,07	0,01	0,05
Грунтовые воды низины					
5,0	1,5	—	0,13	0,50	0,41
Южная и юго-западная Бараба					
Грива, грунты					
6,0	0,39	—	0,13	0,04	0,11
9,5	0,93	—	0,14	0,09	0,40
20,0	0,90	—	0,11	0,17	0,36
23,0	0,92	—	0,08	0,17	0,34
Грунтовые воды					
16,5	25,42	0,02	0,71	5,35	10,14
11	73,36	0,1	0,63	25,38	14,10
Грива, грунты					
2,0	0,57	—	0,08	0,15	0,16
7,0	0,66	—	0,07	0,21	0,15
20,0	0,53	—	0,05	0,21	0,09
Грунтовые воды					
19,0	13,56	—	0,61	4,97	2,76
Низина, грунты					
6,5	1,11	—	0,05	0,38	0,32
11,0	0,88	—	0,09	0,29	0,19
Грунтовые воды					
13,5	37,52	—	0,43	16,03	5,14

Злаково-разнотравная растительность Барабинской низменности в
влекает в состав своих тканей — и тем самым в малый биологическ
круговорот — около 7—10% зольных веществ, в том числе 1,5—3
в форме легкорастворимых солей. С учетом урожая сухой массы трав
годно на каждый гектар водосборной площади вместе с опадом в повер
ностный сток поступает около 20—40 кг солей, прошедших малый био
гический круговорот. Для местообитаний с галофитной растительност
эта величина возрастает до 150—200 кг/га и более. Эти соли, вырыва
из малого биологического круговорота и попадая в большой геологи
ский круговорот, постепенно передвигаются с водами бассейна О
в Иртыш и океан, а с водами внутреннего стока Барабы к Чановским о
рам и Чебаклы-Суминской впадине.

Общий уклон местности в Барабе направлен с северо-востока на юг
запад, где расположена обширная бессточная Чаны-Чебаклы-Суминск
впадина. В этом направлении происходит общий сток рек, разлив
грунтовых вод, а с ним и сток растворов солей, выносимых в проце
минерализации растительных и животных остатков, а также солей, в
ступающих из горных пород, с постепенным возрастанием в этом напра
лении минерализации речных вод, засоленности грунтовых вод, озер
торфов и болот, засоления почв. Происходит рассоление повышенны
водоразделов, различного рода грив и повышений рельефа, которые ны
используются в зерновом хозяйстве Барабы.

Засоление почв и торфов развивается в понижениях рельефа меж
гривами, в займищах вокруг озер и достигает наибольших степеней в ю
ной части Барабы, особенно вокруг Чановских озер и в Чебаклы-Сум
ской впадине. Здесь отмечены солончаки, содержащие до 5—10% сол
и грунтовые воды и рассолы с концентрацией солей до 50—80—100 г/
Установлено, что в составе солей характерно почти повсеместн
участие соды, которая угнетает большинство растений и вызывает бе
структурность, глыбистость и коркуемость почв. В южных частях Бараб
широко распространено накопление в водах, болотах и почвах сульфат
и хлоридов магния и натрия (табл. 2).

Таблица 2

Дифференциация солей в Барабе по районам (максимальные показатели)

Области Барабы	Речные воды, г/л	Болотные воды, г/л	Грунтовые воды, г/л	Торфа 0—20 см, %	Засоленные почвы 0—20 см, %
Северная и северо-восточная	0,2—0,3	0,5—1	2—5	0,1—0,3	0,2—0,5
Центральная и более южная	0,4—0,7	1—3	10—15 20—40	0,5—1,0	1—3 3—5
Юго-западная и южная	1—1,5	5—10	60—110	1—2	5—10

Площадь сильно засоленных почв, по данным Б. Ф. Петрова, состав
ляет 1 751 901 га, или 13,7% общей площади Барабы, а всего засоленных
почв различного типа около 38 тыс. км^2, т. е. почти 30% площади всей
низменности. Почвы высокого засоления обычно расположены на слабо
затопляемых участках лугов и займищ, на межгривных понижениях,
вокруг болот и озер. Во влажные годы, когда контуры болот расширяются,
на солончаках и на луговых почвах развивается роскошная и ценная
в кормовом отношении растительность. Соли при этом перемещаются от
поверхности почвы глубоко вниз. В засушливые годы, в Барабе довольно
частые, площадь весеннего затопления снеговыми водами сокращается.
Соли подымаются к поверхности почвы, ценная растительность отмирает,
заменяясь солянками. В этот период количество кормов в Барабе умень-
шается, качество их ухудшается.

Это свидетельствует о том, что водохозяйственное устройство Барабы
нужно осуществлять так, чтобы не переосушить ее, а обязательно сохра-
нить и по возможности расширить площади весеннего затопления лугов и
займищ.

Построенные Жилинским каналы на некоторых пространствах резко
сократили площади ежегодного увлажнения почв снеготальными, паводк-
ковыми и болотными водами. Это вызвало пересыхание почв и перераспре-
деление солей из нижних слоев почвы в верхние. Луговые угодия в таких
местах превратились в солончаковые.

БОЛОТА БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В свете процессов современного усыхания Западной Сибири и Бараб
бинской низменности необходимо рассматривать и вопрос о происхожде-
нии и типах болот Барабы.

Образование болот Барабинской низменности обязано трем решаю-
щим факторам: историко-географическим, современным почвенно-биоло-
гическим и современным гидрологическим. Бóльшая часть болот Барабы
представляет собой отмирающие, усыхающие и зарастающие водоемы при-
ледникового, древнеречного и древнеозерного происхождения. Их можно
назвать болотами низинного осоково-тростникового типа.

Эти болота близки к типам болот, возникающим, по Вильямсу, в усло-
виях речных пойм и при зарастании озер. Развитие их направлено в сто-
рону смены болотного режима лугово-дерновым процессом, в дальней-
шем — остепнением, а на юге Барабы — засолением. По наблюдениям
М. С. Кузьминой, достаточно 25 лет, для того чтобы обсыхающие болота
прошли эти стадии. Однако современные почвенно-биологические про-
цессы в северных районах Барабы имеют иное направление. Здесь на-
блюдается смена лугово-дернового почвообразования болотным по схеме

луг → осоковые болота → гипновые болота → сфагновые болота

или по схеме

подзолистые почвы → сфагновые болота.

Эти болота, находящиеся на разных стадиях развития, в центральной
и северной Барабе сложно сочетаются и перемежаются с болотами осоково-
тростникового типа.

Возникновение гипново-сфагновых болот протекает согласно схеме
Вильямса и обязано постепенному уменьшению элементов зольной пищи и
накоплению неразложившихся масс органического вещества. Эти болота
близки к типу верховых болот, хотя по рельефу занимают не только во-
доразделные пространства, но иногда и центральные части районов
водоемного заболачивания. В этом последнем случае гипново-сфагновое
болото развивается на осоково-тростниковом торфянике. Поэтому сфагно-
вые болота, или, как их называют в Барабе, рямы, иногда окружены
осоково-тростниковыми болотами и кольцом солонцово-солончаковых
почв (рис. 4).

Болотная растительность Барабы разнообразна. По данным М. С. Ку
миной, гипново-осоковые болота в северной Барабе, с мощностью то
в 2—3 м, обязаны своим возникновением сочетанию различных осок (ку
лостебельчатой и др.) и гипновых мхов; они облесены березой (опуш
ная, карликовая), ивой и др. Гипновые болота представлены почти чис
мохом и гипновым торфом с участием хвоща топяного, небольшого ко
чества осок и имеют редкие поросли карликовой березы.

Переходные лесные болота севера, с мощностью торфа около 60—100
сильно облесены; кроме березы опушенной, встречаются единичные
ревья кедра, ели, сосны, а в кустарнике — ива лапландская, богуль
и мирт болотный.

Сфагновые рямы широко распространены в северной Барабе и едини
ны в южной. Они имеют мощность торфа до 4—5 м и облесены сосн
(сосна Литвинова, сосна лесная) и кустарником с участием мирта, богу
ника, андромеды, голубики, брусники, морошки, трав, зеленых мх
Незасоленные травяно-гипновые болота центральной Барабы имеют
фон из тростника, осоки и зеленых мхов, покрыты кочкарником и пор
лями березы, ивой.

Минерализованные болота центральных и южных районов Бара
с мощностью торфа 50—70 см, имеют фон из болотных трав — светло
осоки, вейника, тростника и редких ив и берез. Болота окружены луг
с солончаковой растительностью (шелковица, полынь морская, кер
подорожник, лисохвост, ячмень и некоторые виды солянок, рис. 5).

Современные гидрологические процессы в центральной и южной Бар
поддерживают, а в некоторых условиях и усиливают заболоченно
обязанную историко-географическим и почвенно-биологическим про
сам.

Громадную роль в поддержании заболоченности пониженных пр
ранств Барабы играют паводки рек. Внутренняя речная сеть Бар
(рр. Каргат, Чулым, Омь) характеризуется слабой врезанностью и ши
кими, озеровидно расширяющимися лощинами — поймами. Паводко
воды благодаря этому разливаются на обширных пространствах пони
ного рельефа (в займищах, старицах, по древним руслам и т. д.), за
ляя своими водами десятки тысяч гектаров (Суминское, Кундранс
Старокаякское, Воробьевское займища и многие другие). Паводко
воды вносят в займища очень много солей, которые здесь и остаются. Т
р. Каргат дает Кундранскому займищу на площадь 350 км² около
млн. м³ вод, которые, испаряясь, оставляют ежегодно около 350 ты
солей.

Не меньшая роль в поддержании заболоченности понижений рель
принадлежит неравномерному распределению вод местного поверхно
ного стока. Выше отмечено, что для рельефа Барабы типично сочета
разных форм и размеров повышений рельефа (грив, водоразделов) и р
деляющих их понижений (лощин, впадин).

Вследствие малой облесенности центральной и южной Барабы снежн
покров в зимнее время распределяется по рельефу очень неравномер
По данным Убинской станции, к концу зимы мощность снежного пок
составляет: на гривах 18—30 см, на болотах 50—55 см, на рямах 55—75

Незначительность снежного покрова на повышениях рельефа пр
водит к интенсивному и глубокому промерзанию почвогрунта. Поэто
весной, к моменту снеготаяния, замерзшие почвогрунты грив и водора
делов не фильтруют в себя снеговую воду. Снеготалая вода стекает в
щины и пониженные места, смешиваясь там с водой накопленного за зи
снега. В результате неравномерное и преимущественное накопление сне

Рис. 4. Рям с озером Кульча.

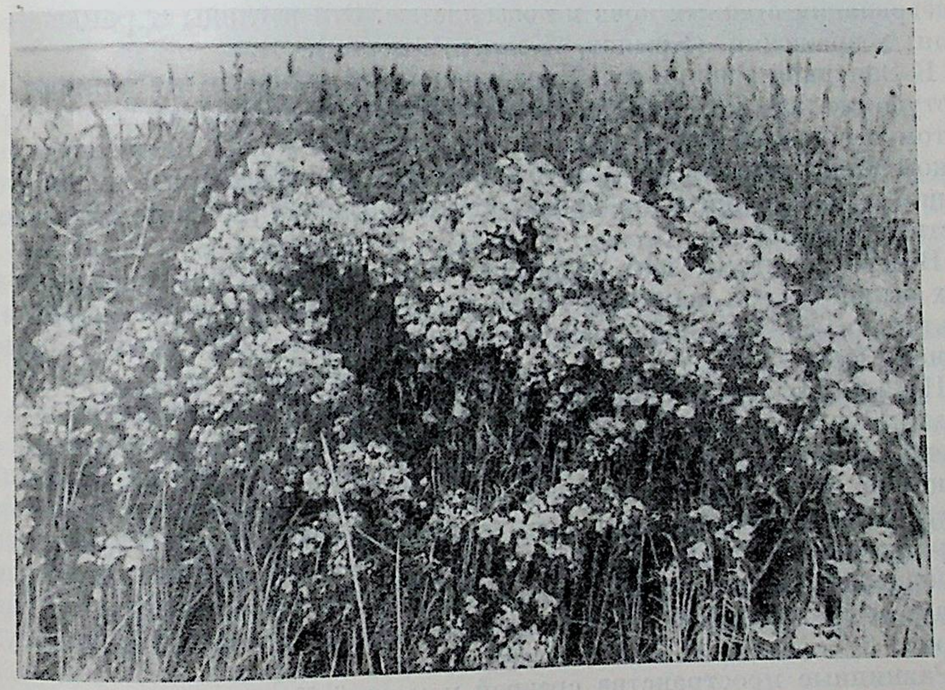


Рис. 5. Заросли солончаковых астр среди тростников по берегам соленых озер Чебаклы-Суминской котловины.

в лощинах и рямах дополняется весной интенсивным притоком снеготал... вод со стороны водоразделов и грив. Водоразделы и гривы недопол... чают воду атмосферных осадков, лощины, займища и понижения рель... получают ее в избытке, способствующем поддержанию болотного режи...

Следует упомянуть о возможном влиянии на болотный процесс в Ба... бе глубинных напорных грунтовых вод. Буровыми работами прошл... лет установлено, что грунтовые воды глубоких горизонтов облад... напором, обеспечивающим подъем их в скважинах до поверхности и иног... даже слабое фонтанирование. Можно предполагать, что при значительн... напоре и при достаточной проницаемости некоторых почвогрун... Барабы глубинные воды могут подпитывать отдельные депрессии и во... емы и служить дополнительным фактором, поддерживающим забо... ченность.

Этот последний вопрос нельзя считать решенным, так как и за и пр... тив возможного влияния глубинных вод в наземных болотных процесс... высказано немало веских, но противоречивых соображений. Эксперим... тальных же работ, уточняющих этот вопрос, проведено не было.

ПРОБЛЕМА ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЛЕСА И СТЕПИ

Проблема взаимоотношения леса и степи обсуждается в естествен... исторической и почвенно-биологической литературе не первое десяти... тие. Здесь также сталкиваются противоположные точки зрения. Следу... вспомнить концепцию извечности степей, имевшую довольно широк... хождение (Танфильев, Глинка и др.), взгляды Коржинского, Драницы... Глинки, Берга и других, стоящих на позиции наступания леса на сте... и деградации степных почв в подзолистые. Эти взгляды и раньше встр... чали возражения (Крылов, Келлер, Тюрин).

В Западной Сибири и в Барабинской низменности все говорит не ... наступание леса на степь, а, наоборот, степи на лес. Особенно интерес... в этом отношении карта Барабы, составленная в 1871 г. русским акад... миком Миддендорфом. На ней можно видеть, что вся Бараба и в предел... лощин и понижений и на гривах и водоразделах была покрыта лесн... растительностью.

В черноземных почвах водоразделов и грив, уже полностью утрати... ших былой лесной покров, в глубоких почвенных разрезах можно найт... остатки древних корней. Такие корни были нами найдены в черноземах... южной Барабы.

И на карте Миддендорфа и на языке местных жителей березовые па... ковые леса носят название «дубрав». Несомненно, что это название пр... несено в Западную Сибирь русскими и украинскими переселенцами... Напомню, что «дубравы» в черноземных степных районах европейск... части СССР были распространены весьма широко. В Барабе «березов... дубравы» на черноземах играли ту же роль, что и дубовые насажден... на черноземах европейской части СССР. В некоторых местах Барабы в... гривах сохранились «березовые дубравы». Об их характере можно суди... по рис. 6.

Равнинные пространства средней и южной Барабы богаты березов... осиновыми перелесками, колками. Чем дальше к северу, тем больше пл... щадь под колочными лесами и перелесками — ландшафт приобрета... облик лесостепи. Лесной покров с участием березы, осины, ивы характер... и для осоково-тростниковых болот; рямы же обычно имеют лесную расти... тельность, представленную сосной, березой, а из кустарников — бо... гульником, брусникой, голубикой, болотным миртом.

Процесс смены лесной растительности степной характеризуется раз... вающимся усыханием и увеличением засоленности почв и почвенно... грунтовых вод, на что указывали ботаники Крылов и Павлов. Наши наблюдения свидетельствуют о том, что гибель лесов под влиянием усы... хания местности и засоления — широко распространенное явление.

Исключительно большую роль в уничтожении лесного покрова в Ба... рабе, как и во всей Западной Сибири, играет неправильное использова... ние лесных богатств в прошлом: выжигание лесов переселенцами, выруб... ки их на постройку изб и топливо, лесные пожары, потравы скотом и т. д. Все это привело к тому, что южная Бараба осталась практически без

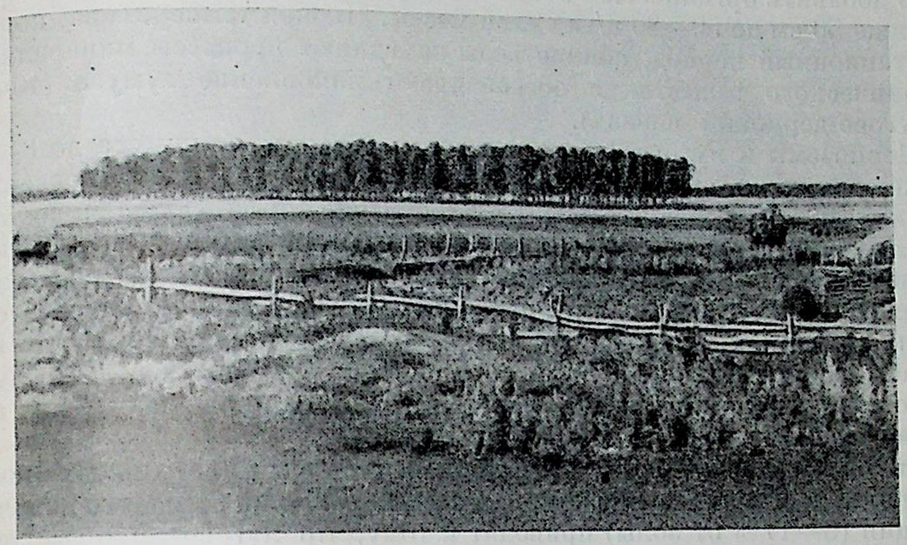


Рис. 6. Парковый лесок на гриве.

леса, сильно сократилась площадь лесов и в центральной части ее. Послед... ствия исчезновения лесов, вызванного естественными причинами, особен... но неправильными методами хозяйства в дореволюционном прошлом, весьма неблагоприятны.

Не защищенные от сибирских ветров водоразделы и гривы стали не... дополучать влагу атмосферных осадков, глубже и интенсивнее промер... зать. Одновременно с этим развивалось выдувание почв пыльными бурями и эрозия их водами поверхностного стока. Уровень грунтовых вод на во... доразделах и гривах пошел на снижение. Условия для сельского хозяй... ства на водоразделах и гривах ухудшились, так как здесь периодически стали появляться засухи.

Какое же отражение нашли отмеченные выше особенности физико... географических условий Барабы в почвенном покрове? Почвенный покров, являясь зеркалом истории местности, зафиксировал черты, свидетель... ствующие о процессах усыхания Барабы, о смене лесной растительности степной и полупустынной и о наступлении степного режима.

БАРАБА — ОБЛАСТЬ ЛУГОВО-ДЕРНОВОГО ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Почвенный покров Барабинской низменности находится в дерновом периоде, в начальных стадиях перехода его к степному.

Поскольку Барабинская низменность представляет собой дельто
речную равнину, дерновый процесс здесь развивается в тех своеобразн
чертах, которые свойственны дерновому процессу речных пойм. Равни
Барабы периодически увлажняются паводковыми и талыми водам
Грунтовые воды, пресные и слабоминерализованные, лежат на небольш
глубине (1—1,5 м). Все это обеспечивает возможность длительной в
гетации луговой дернообразующей растительности, формирующей почв
высокого плодородия.

Мощный покров злаково-разнотравной растительности на лу
дает 15—20 ц/га сена, а хорошие луга до 30—35 ц/га сена. К эт
надо добавить органическое вещество корневой системы, которая образ
в толще 50 см до 50—80 ц/га сухой массы. Низкая температура, коротк
вегетационный период, обилие воды замедляют процессы минерализа
органического вещества и обеспечивают накопление гумуса (10—1
в лугово-дерновых почвах).

Черноземы и лугово-черноземные почвы содержат гумуса до 8—12
Даже солончаки Барабы содержат 5—8% гумуса. Процесс консерва
органических веществ переходит в накопление торфа. Зольный состав
говой растительности Барабы в отличие от зольного состава раститель
ности сухих степей и пустынь характеризуется высоким относительн
содержанием кальция. Обилие органических веществ при высоком сод
жании в грунтах минеральных коллоидов способствует тому, что поч
Барабы отличаются высокой поглотительной способностью. Так, лугов
черноземные почвы обладают емкостью поглощения 55—65 м-экв, а
листая торфяная масса — до 130 м-экв.

Высокое содержание органического вещества и минеральных колл
дов, наличие в почвенных растворах и золе растений большого количе
кальция (8—17% от золы) приводят к тому, что лугово-дерновые по
Барабы приобретают прекрасно выраженную структурность.

Так, фактор структурности луговых и лугово-черноземных почв
стигает 90—98. По мере остепнения и засоления структура почв ухудш
ся и фактор структурности спускается до 50—60.

Фактор структурности типичных почв Барабы

Лугово-дерновые почвы	97—98,5
Лугово-черноземные почвы	90—97
Солонцеватые луговые почвы	50—70
Содовые луговые солонцы	24—65

Дерновый процесс в Барабинской низменности, таким образом, им
благоприятные условия для развития, достигает своего максимальн
выражения. Он проявляется с исключительным разнообразием. Наибол
юная стадия лугово-дернового процесса в Барабе возникает на болот
низинного типа, где происходит минерализация осоково-тростников
торфа и на нем появляются первые дернообразующие злаки. Здесь луго
дерновый процесс переплетается с болотным.

Особо типичное развитие лугово-дерновое почвообразование в Бара
приобретает на пониженных равнинах с близкими пресными грунтовы
водами, обеспечивающими потребности луговой злаково-разнотравн
растительности в пище и воде (рис. 7). Однако намечающиеся для Бар
бинской низменности процессы усыхания, развитие процессов остепне
и соленакопления приводят к тому, что лугово-дерновый процесс в Бара

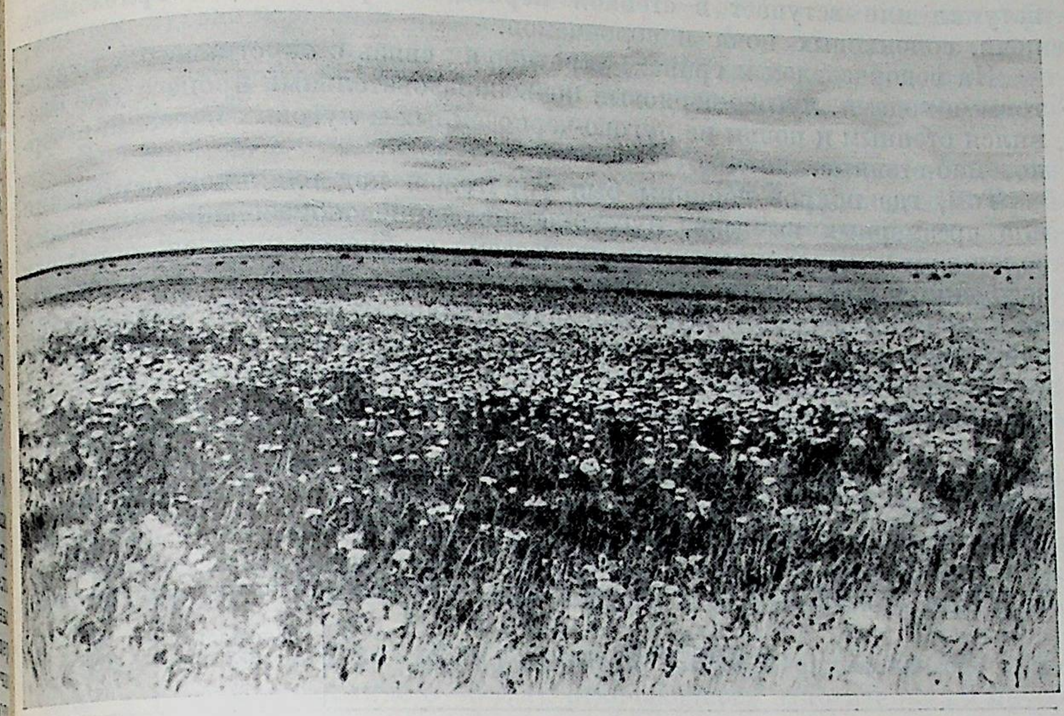


Рис. 7. Разнотравно-злаковый луг с тысячелистником.

Рис. 8. Осушительный канал.

вступил или вступает в степной период с образованием черноземных почв, солонцовых почв и солончаков.

На водоразделах и гривах, утративших связь с опустившимися грунтовыми водами, лугово-дерновый почвообразовательный процесс уже сменился степным и почвы из лугово-черноземных и луговых перешли в черноземно-степные.

Там, где покров дернины был уничтожен под влиянием остепнения или чрезмерных выпасов, лугово-дерновое почвообразование сменилось солонцовыми и солончаковыми процессами с образованием своеобразных засоленных почв.

Задача правильного использования природных богатств Барабинской низменности заключается в сохранении и поддержании лугово-дернового почвообразовательного процесса. О степени разнообразия почвенного покрова Барабы можно судить по данным Б. Ф. Петрова (табл. 3).

Таблица 3

Площади почв Барабы

Название почвы	Площадь, км²	% от общей площади
Дерново-подзолистые почвы	11 837,89	10,0
Торфяно-болотные почвы	24 851,24	19,4
Темносерые, серые и светлосерые оподзоленные и осолоделые почвы	6 778,49	5,1
Черноземы	18 886,93	14,2
Засоленные почвы различного типа (луговые, солончаки, солонцы)	38 049,53	29,7
Лугово-дерновые и лугово-болотные почвы	22 188,27	17,0
Озера	5 890,50	4,6
Всего	128 487	100,0

Наиболее отчетливо усыхание Барабинской низменности проявилось в развитии процессов засоления различных почв незасоленного ряда, образовавшихся в условиях большего обводнения и меньшей сухости.

В частности, в Барабе распространены своеобразные солончаки, наложенные на морфологический профиль типичной подзоловидной солоди. Ясно, что эти солончаки, содержащие с поверхности 1,5—2% солей, образовались после того, как была сформирована подзоловидная солодь. Концентрирование солей в грунтовых водах такой «солоди», накопление солей в профиле и на поверхности могут явиться лишь следствием изменения водного режима местности в сторону усыхания и смены промывного режима на солончаковый, когда баланс грунтовых вод компенсируется не оттоком, а испарением.

Широко представлены в Барабе процессы засоления осоково-тростниковых торфов в результате их обсыхания и минерализации. Здесь можно найти все переходы от мощного торфяника, в котором внеше соли не видны, но содержание их по весу составляет 0,5—1,0%, к землистым торфянистым лугово-дерновым почвам, содержащим 1—1,5% солей в форме выцветов и скоплений, и до сильно минерализованных торфов, замещенных уже лугово-солончаковой почвой или солончаком, содержащим солей до 2—3%, а иногда 4%.

При этом лугово-солончаковые почвы и луговые солончаки, образовавшиеся по минерализованным торфам, содержат 7—10% гумуса, имеют крайне малый объемный вес и включают прослои погребенного торфа или обломки и целые раковины пресноводных моллюсков. Для растительности таких почв характерно совместное нахождение тростников и солончаковой астры, остатки осоковых кочек, поросших кермеком или жирными солянками.

Подобного рода почвенные образования, запечатлевшие в своем профиле ясные признаки большой обводненности, дают основание к выводам о нарастании сухости.

Судьба почвообразования на торфах зависит от химизма вод, циркулирующих в болоте. Щелочные болота, содержащие соду (а таких немало в средней и северной Барабе), при обсыхании быстро осолонцовываются и образуют своеобразные луговые солонцы-солончаки со столбчато-глыбистой структурой и отчетливыми следами былого торфа и заболоченности.

Ввиду того что в Барабе преобладают маломинерализованные грунтовые и болотные воды (до 5—8 г/л), отличающиеся относительным преобладанием среди солей соды, обсыхание болот и заливных лугов сопровождается накоплением в почвах и грунтовых водах прежде всего соды. Поэтому в Барабе широко распространены лугово-болотные, лугово-дерновые и луговые засоленные почвы, содержащие соду. Накопление соды в почвах быстро ухудшает их физические свойства (глыбистая бесструктурная кора) и сопровождается значительным ухудшением травостоя.

Содовые солончаки-солонцы, образовавшиеся в процессе обсыхания заливных разнотравных лугов и щелочных болот, имеют лишь изреженный покров шелковицы (*Atropis distans*). Широкое распространение содовых солончаков-солонцов, наложенных на лугово-дерновые почвы, служит также доказательством постепенного внедрения более сухого и теплого степного режима. Дальнейшее за содовой фазой развитие солончакового процесса обычно приводит к постепенной нейтрализации соды за счет накапливающегося гипса и переходу содового типа засоления в содово-сульфатный и хлоридно-сульфатный.

Солонцовые почвы Барабы, таким образом, нельзя рассматривать как результат рассоления солончаков, образовавшихся в более сухой и жаркий (ксеротермический) период, который предшествовал современному более влажному и холодному. Наоборот, выяснилось, что корково-глыбистые солонцы Барабы обычно являются содовыми солончаками первых стадий засоления.

По мере возрастания степени засоленности почв и почвенных растворов Барабы происходит ухудшение ботанического состава трав, снижение урожая и его качества (табл. 4).

В облике черноземов Барабы также запечатлены черты недавнего большего обводнения. Эти черноземы, занимающие повышенные элементы рельефа, всеми переходами связаны с типичными лугово-дерновыми почвами. Уровень опресненных грунтовых вод в них и сейчас залегает на 2,5—5 м; через свою капиллярную кайму грунтовые воды и ныне иногда питают растительность этих черноземов и почвенные горизонты. Признаки оглее-

Таблица 4

Состояние растительности в зависимости от степени засоления почв (в слое 0—20 см)

Концентрация и состав почвенных растворов	г/л	Содержание солей в почве, %	Растительность
Оптимальная, пресный	5—10	0,2—0,8	Пышное злаковое раз... травье
Угнетающая, хлоридно-сульфатный	10—20	0,8—1,2	Солончаковое разнотрав...
Неблагоприятная, содовый	15—25	0,5—1,0	Шелковица угнетенная
Неблагоприятная, хлоридно-сульфатный	25—40	1—3	Солончаковая (солянки ... галофитные злаки)
Весьма неблагоприятная, содовый и хлоридно-сульфатный	50—100	3—5	Растительности нет

ения и солонцеватость — также свидетели былой большей обводненно... черноземов.

Таким образом, почвенный покров дает все основания считать, ч... в послеледниковый период равнины Барабы переживают общее усыхан... и начало смены лугово-дернового почвообразования степным. Эти пр... цессы, хотя и прерывались периодами обводнения, в общем приводят к со... ращению водных запасов, исчезновению болот и образованию засоленны... почв и вод. О некоторых особенностях почв Барабы можно судить ... данным табл. 5.

ПОСЛЕДСТВИЯ НЕПРАВИЛЬНОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОШЛОМ

Большую роль в современном характере физико-географическ... обстановки в Барабинской низменности и в ее почвенном покрове игра... последствия нерациональной хозяйственной деятельности за длительны... предреволюционный период.

Три группы факторов сыграли особо выдающуюся роль в изменени... природных условий Барабы: вырубка и уничтожение лесов, сооружени... осушительной системы экспедицией Жилинского и скотоводство.

Вырубка лесов, их выжигание, а также уничтожение молодой порос... во время пастьбы скота привели к изменению характера поверхностно... стока. Массы снега перестали задерживаться на поверхности грив и в... доразделов. Промерзание способствовало усилению поверхностного сто... снеготалых вод весной. Запасы грунтовых вод на водоразделах и грива... стали уменьшаться, их уровень опустился. Почвы и растительность водо... разделов и грив утратили подпочвенное водное питание. Поверхностны... сток в сумме увеличился и приобрел более резкий характер. Гривы и в... доразделы оказались в условиях более сухого степного режима. Нача... лись смывы пахотного слоя. Речная сеть стала сбрасывать больше вод... за пределы низменности. Все это, очевидно, повлекло за собой уменьше... ние внутреннего влагооборота и способствовало появлению засухи н... распаханных землях водоразделов и грив.

Таблица 5

Химические и физические свойства основных почвенных типов Барабы (горизонт А)

Название почв	Плотный остаток, %	Щелочность, %		Cl, %	SO_4, %	Гумус, %	pH	Емкость обмена, м-экв.	Объемный вес	Фактор дисперсности, %
		CO_3'	HCO_3'							
Лугово-черноземные, слабосолонцеватые . .	0,15	—	0,07	0,004	0,03	12	7,3	48	0,8	3—5
Глубоко столбчатые и среднестолбчатые солонцы	0,25	0,007	0,07	0,02	0,02	8	8,2	45	0,8—1	10—25
Луговые корково-столбчатые содовые солончаки	0,93	0,05	0,60	0,07	0,11	8	10,2	48	1,2	50—80
Луговые хлоридно-сульфатные солончаки . . .	2,5	—	0,10	0,44	1,30	10	8,0	60	0,7	10—12
Луговые слабосолончаковатые почвы	0,40	—	0,17	0,02	0,05	15	7,5	60	0,7	3—5
Солоди	0,20	—	0,05	0,01	0,05	6	7,8	20	0,8	10—12
Вторичные солончаки по солодям	2,0	—	0,09	0,32	0,72	—	7,8	—	0,8	—
Торфяники низинные травяных болот . . .	0,8	—	0,07	0,14	0,34	—	7,2	120	0,2	—
Торфяники верховые сфагновых моховых болот	0,15	—	0,008	0,04	0,09	—	6,0	—	0,05	—
Торфяноболотные солончаки . . .	5,4	—	0,08	1,1	2,83	—	7,3	—	0,3	—

Сооружение осушительной системы во время работ экспедиции Жилинского (1895—1911) также вызвало на некоторых массивах нерациональ... ные потери водных запасов. Эти осушительные работы были проведены без комплекса остальных мероприятий по перераспределению поверхност... ного стока и не сопровождались мероприятиями по общему преобразованию природы Барабы. Осушительные работы Жилинского дали положитель... ные результаты, создав возможность переселения, улучшив дороги и оздо... ровив местность. Однако на ряде массивов была допущена переосушка, усилившая естественные тенденции к усыханию. В результате на боль... ших пространствах заливные луга перестали затапливаться. Нисходящие точки почвенной влаги сменились преобладанием восходящих токов и ис... парением, что сопровождалось переносом солей из нижних горизонтов в поверхностные.

Ослабление или прекращение периодического паводкового уве-
нения заливных лугов и рост засоленности почв вызвали изменения в
ставе растительности. Влаголюбивые дернообразующие растения ст
сменяться различного рода солянками. Тенденции естественного за
ления лугово-дерновых почв, вследствие физико-географических осо
ностей Барабы, на переосушенных лугах и болотах значительно уск
лись. В результате некоторые луговые и болотные угодия ухудшили с
качество и перешли в категорию бесструктурных содовых солонцов
лончаков или в хлоридно-сульфатные солончаки.

В этом же направлении действовали неоднократные пожары на бо
тах: выгорала растительность, портилась дернина, уничтожалось из
ние торфянистой подушки, ослаблявшей испарение.

Случаи ухудшения лугов при переосушке их в прошлом долж
учитываться при разработке мероприятий по водохозяйственному устр
ству Барабы.

Как показали пятилетние стационарные исследования водносоле
режима луговых и лугово-болотных почв Убинской станции, проведен
Почвенным институтом АН СССР, пульсирующий водный режим Бар
играет решающую роль в солевом режиме почв и в продуктивности лу
сенокосов и пастбищ.

Во влажные годы, богатые зимними и летними атмосферными осад
ми, контур затопления болот и лугов в займищах, лощинах и низи
значительно расширяется, затопляя на 20—40 дней тонким слоем равн
ную поверхность окружающих лугово-болотных, луговых и лугово
лончаковых территорий. Благодаря этому происходит вымывание лет
растворимых солей в глубокие подпочвенные слои (не менее 15—20 т/г
Концентрация почвенных растворов уменьшается до 3—5 г/л. Ранее уг
тенные солями ценные кормовые растения (мятлик, вейник, пырей, ли
хвост, ячмень, полевица), благодаря интенсивному увлажнению и ра
лению, приобретают возможность пышно развиваться. Ботаничес
состав трав и сена в такие годы существенно улучшается, а урожаи
стигают 30—35 ц/га.

В сухие годы площадь весеннего увлажнения паводковыми и тал
водами сокращается. В течение весны и лета в корнеобитаемом горизо
почвы увеличивается сумма солей (на 15—20 т/га) и повышается конце
рация почвенных растворов (до 20—30 г/л). Ценные в кормовом отно
нии травы угнетаются и не растут. В составе трав начинают преобла
солончаковые растения и появляться солянки, малоценные в кормов
отношении. Урожаи сена опускаются до 10—5 ц/га.

Если подряд выпадают два-три сухих малоснежных года, то ка
ство лугов, сенокосов и пастбищ настолько ухудшается, что колхозы и с
хозы начинают испытывать существенный недостаток в кормах для жив
ных.

Четырехлетние исследования показали, что в сухой год происхо
общее увеличение солей в почве и особенно в дернине; во влажный г
соли сбрасываются из дернины в подпахотные слои и даже в грунтов
воды (табл. 6).

Разница в засоленности дернового горизонта по годам колеблет
возрастая в сухие годы в три-пять раз.

Все это свидетельствует о том, что воднохозяйственное устр
ство Барабы необходимо осуществлять так, чтобы режим повер
ностного увлажнения заливных лугов, лугово-болотных угодий и с
лончаковых массивов обязательно периодически (лучше — ежегод
повторялся.

Таблица 6

Баланс солей (в кг) в почвах Барабы в зависимости от влажности года

Слой, см	Сухой 1944 год (осень)	Сухой 1945 год (осень)	Влажный 1946 год (осень)	Влажный 1947 год (осень)
Торфянисто-болотная солончаковатая почва (627,3 м²)				
0—15	235,2	336,2	245,2	177,5
0—140	2066,3	1817,9	1817,3	1782,7
Луговая солончаковатая почва (3945,3 м²)				
0—15	10 944,2	14 238,6	4 217,5	11 145,4
0—140	38 738,9	60 540,6	44 812,3	53 072,2
Луговая солончаковая почва (7805,3 м²)				
0—15	13 518,7	25 757,5	4 238,3	15 290,6
0—170	156 597,7	328 033,3	218 907,4	288 446,2
Луговой солончак (2622,1 м²)				
0—15	6 778,1	9 958,7	2 682,4	2 081,9
0—170	140 856,6	163 207,4	129 707,4	126 823,1
Запас солей на всей площади (1,5 га)				
0—15	31 476,4	50 291,0	11 383,5	28 695,5
0—140 (170 см)	338 259,5	553 599,2	395 274,9	469 826,3

Метровый слой грунтовых вод на площади в 1,5 га

1944 год (осень)	1945 год (осень)	1946 год (осень)	1947 год (осень)
82 939,5	82 769,3	155 106,9	131 462,0

Одностороннее осушение Барабы, влекущее за собой сокращение площади весеннего паводкового затопления лугов, должно быть в принципе отвергнуто. Необходим не отвод вод, а изменение поверхностного стока и перераспределение его.

Большую роль в почвообразовании и особенно в развитии процессов засоления почв сыграла неправильная система пастьбы скота. Дернина, образованная корневой системой луговых трав, имеет большое значение в поддержании благоприятных физических свойств почв и водносолевого режима, исключающего интенсивное засоление. Однако чрезмерная перегрузка пастбищ скотом в прошлом повела к систематическому уничтожению дернообразующих растений и к механическому разрушению дернины копытами животных. Уничтожение дернины достигало наибольших размеров вокруг населенных пунктов, на выгонах, на скотопрогонных дорогах. Потеря дернины в почвах с близкими грунтовыми водами влекла замену транспирации испарением, которое, вследствие бесструк-

турности, уплотненности и незатененности почвы, протекало ускоренными темпами. Все это вызывало образование засоленных солончаковых земель на выгонах, вокруг сел, на дорогах, а также на пастбищах с большой перегрузкой.

На смену бессистемному выпасу животных в прошлом должна явиться планомерная загонная пастьба скота с тем, чтобы прекратить уничтожение дернины и обеспечить восстановление ее на засоленных лугах.

Рассмотрение недостатков хозяйственной деятельности в Бараб в прошлом приводит к выводу, что процессы усыхания, остепнения и соленакопления в Барабинской низменности были значительно усилены человеком.

Природные процессы развития Барабинской низменности и последствия неправильной хозяйственной деятельности в прошлом ставят перед нашим социалистическим земледелием следующие задачи:

1. Сохранить и умножить природные богатства, заключающиеся в ее лугах, пастбищах и сенокосах.

2. Сохранить и всемерно поддержать преобладающий в Барабинской низменности лугово-дерновый почвообразовательный процесс, обеспечивающий высокое плодородие почв и высокую продуктивность сенокосов и пастбищ.

3. Перераспределить и отрегулировать водный режим так, чтобы уменьшить площадь болот, улучшить состояние дорог и обеспечить влагой водоразделы и гривы, ныне страдающие от сухости.

4. Прекратить процессы образования солонцовых и солончаковых почв, а также обеспечить рассоление ныне засоленных почв, превратив их в ценные луга, сенокосы и пастбища.

5. Осушить болота и организовать на них устойчивое производство кормов и культуру полевых растений.

6. Установить такое управление водным режимом и почвообразовательным процессом, при котором можно будет получать высокие урожаи полевых культур и трав при любом количестве атмосферных осадков.

ПРИНЦИПЫ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО УСТРОЙСТВА

Мелиорация и водохозяйственное устройство Барабинской низменности должны базироваться на осуществлении комплекса Докучаева-Костычева-Вильямса. Необходимо обеспечить эффективное и планомерное воздействие на климат, поверхностный и подземный сток, растительный и почвенный покров.

Необходимо бороться не с результатами нежелательных процессов в почвенном и растительном покрове — заболачиванием, засухой, засолением, эрозией, а с их основными причинами: явлениями усыхания, неблагоприятным распределением водных ресурсов поверхностного стока, бесструктурностью почв и преобладанием процессов испарения, соленакоплением, обязанным большому геологическому круговороту.

Исследования Н. И. Базилевич, проведенные в тесном контакте с Министерством сельского хозяйства РСФСР, позволили разделить Барабинскую низменность на 11 крупных районов. Каждый из них имеет свои природные и хозяйственные условия, предопределяющие особые сочетания гидротехнических, агромелиоративных и агротехнических мероприятий (см. рис. 2).

Наиболее важно различать северные и южные районы. В северных преобладают процессы интенсивного заболачивания и в комплексе водно-

хозяйственных мероприятий здесь будут играть большую роль чисто гидротехнические, осуществление которых облегчается наличием рек (Омь, Тара, Тартас), имеющих свободный сток в Иртыш. Южные районы, наиболее подверженные процессам усыхания, остепнения и засоления, будут нуждаться прежде всего в перераспределении, в сохранении и накоплении вод поверхностного стока и пресных грунтовых вод.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ВОД ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Для борьбы с заболачиванием и засухой необходимо удержать возможно больше вод поверхностного стока на всех положительных элементах рельефа (водоразделах, гривах, склонах), занятых ныне зерновым хозяйством. Это уменьшит приток вод в низины и, следовательно, воспрепятствует их заболоченности и засолению и будет способствовать обеспечению влагой черноземных степных почв, занятых посевами зерновых культур. В этих целях необходимо осуществление следующих агротехнических и мелиоративных мероприятий:

1) воссоздание и охрана естественных колочных лесов;

2) дополнительные полезащитные лесонасаждения ветроломного и противоэрозионного значения, а также обсадка всех каналов;

3) обязательное повсеместное снегозадержание на водоразделах и гривах при помощи щитов, распашек снега и т. д.;

4) устройство мелких водохранилищ в вершинах балок и оврагов и в специально предназначенных для этого мелких водоемах-озерах;

5) улучшение структуры почв и тем самым их водопроницаемости и водоудерживающей способности;

6) создание системы обвалований, задерживающих и накопляющих воды поверхностного стока (по типу лиманного орошения) на склонах грив и водоразделов;

7) залужение и естественное задернение почв склонов водоразделов и приболотного пояса на основе использования солестойких трав с целью максимального снижения испарения;

8) регулирование стока рек в верхнем течении.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОСУШЕННЫХ БОЛОТ, ПОЧВ И ЛУГОВ ОТ ЗАСОЛЕНИЯ

Особо должны осуществляться мероприятия по предупреждению процессов засоления. Эти мероприятия должны включать:

1) залужение и задернение осушенных болот, луговых и лугово-солончаковых массивов с целью ослабления и прекращения восходящих токов солевых растворов;

2) создание и поддержание водоустойчивой комковатой зернистой структуры, особенно в почвах, склонных к засолению, и прежде всего на болотах и почвах содового засоления;

3) организацию планомерной загонной пастьбы скота, устраняющей перегрузку пастбищ, а следовательно, сохраняющей дернину и структуру почв;

4) дополнительное, при помощи снегозадержания, увлажнение на лугах, пастбищах и сенокосах, склонных к засолению (в первую очередь на массивах содового засоления);

5) ежегодное, при помощи шлюзования каналов, затопление осушенных болот, современных заливных лугов, обсохших и засоленных лугов;

6) лиманное орошение там, где позволяет рельеф и условия поверхностного стока, особенно на подверженных сильному засолению угодьях, в целях поддержания минерализации грунтовых вод ниже 2—3 г/л;

7) сооружение перехватывающих дрен (коллекторов), защищающих осушаемые болота при наличии вокруг них злостных солончаков и высокоминерализованных грунтовых вод (рассолов);

8) ежегодное затопление и сооружение водоотводящей сети на болотах с исходной минерализацией болотных вод более 3—4 г/л;

9) устройство проточности всех осушающих каналов Барабинской низменности для постепенного выноса солей из культурной зоны (рис. 8).

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОТВОДУ ИЗБЫТОЧНЫХ ВОД

Для районов северной Барабы и для тех понижений рельефа центральной и южной Барабы, которые заняты торфяниками и болотно-луговыми почвами длительного затопления, этих мероприятий окажется, конечно, недостаточно для ликвидации болот, производства кормов, дорожного строительства и создания нормальных гигиенических условий для населения. Такие массивы нуждаются в сооружении редкой сети осушительных каналов, оборудованных шлюзами для того, чтобы было возможно свободно задерживать воду и регулировать контуры и продолжительность затопления осваиваемых болот и приболотных лугово-солончаковых территорий. Этими же каналами будет обеспечиваться проточность системы и постепенный вынос солей в водоприемники.

Проектировку и оборудование осушительных каналов необходимо осуществлять так, чтобы не допустить переосушки местности и вместе с тем обеспечить на нужное время затопление территорий, особенно склонных к засолению с целью ликвидации последнего и получения высоких урожаев сена. Глубина залегания уровня грунтовых вод на лугах и под осушенными территориями болот не должна превышать 60—70 см от поверхности и обеспечивать устойчивый лугово-дерновый режим почв и потребности трав в воде.

В землях и болотах Барабы, которые в настоящее время уже сильно засолены (соленость болотных вод более 3—5 г/л) и могут увеличить свою засоленность еще больше, необходимо устроить дренажные канавы, расположенные по периферии и внутри болот и позволяющие выводить запасы солей из почв и грунтовых вод, не пуская их на осушаемую территорию.

Для таких территорий концентрация солей в грунтовых водах не должна быть выше 2—3 г/л; для этого рекомендуются периодические затопления в сочетании с очень редкой дренирующей сетью, что позволит превратить засоляющие угодья в ценные сенокосные земли. Осушенные болота и луга (пастбищные и сенокосные) должны иметь густой покров трав и дернину, помогающие образованию структурной почвы и снижающие испарение.

Осуществление этих мероприятий будет способствовать перераспределению поверхностного стока: уровень болотных и грунтовых вод в понижениях рельефа опустится, процессы заболачивания и засоления

прекратятся, а запасы пресных вод на повышенных пространствах увеличатся.

В настоящее время часть Барабинской низменности находится в условиях солонцовой засушливой черноземной степи, часть — в благоприятных условиях развития лугово-дерновых почв с мощной и ценной травянистой растительностью, а часть занята болотами и солончаками.

После водохозяйственного устройства и мелиорации засоленных и болотных земель на большей части Барабы будут созданы условия, подобные лугово-дерновым почвам, достаточно увлажняемым с поверхности и имеющим близкие пресные грунтовые воды. Недостаток влаги на занятых зерновыми культурами полевых угодьях существенно уменьшится, угроза периодических засух значительно уменьшится или совсем исчезнет, урожаи зерновых повысятся. Площадь лугов, выпасов и сенокосов значительно расширится, урожаи трав и сена возрастут, а качество их (по содержанию питательных веществ и кальция) резко улучшится. Неблагоприятные процессы, ухудшающие почвы, прекратятся. Социалистическое сельское хозяйство Барабы получит возможность гармоничного развития и в области животноводства и в области полеводства.

ВЫВОДЫ

1. Наряду с большими природными положительными особенностями Бараба обладает неблагоприятными условиями, мешающими полному использованию ее богатств и возможностей и затрудняющими развитие животноводства и полеводства.

2. Отрицательные особенности природных условий Барабы заключаются:

а) в неблагоприятном естественном поверхностном стоке и сдувании снега, влекущим за собой иссушение и эрозию водораздельных повышенных территорий, частую засуху на них и недороды зерновых культур, а также заболачивание и засоление пониженных впадин и ложбин вследствие их переувлажнения;

б) в неблагоприятном тепловом режиме почв, заключающемся в глубоком промерзании зимой, медленном и позднем оттаивании летом, переохлажденности подпахотных слоев почвы, что ухудшает развитие сельскохозяйственных культур;

в) в бесструктурности и солонцеватости многих почв и высоком проценте недоступной растениям воды вследствие большого содержания коллоидов в почвах и присутствия в них солей (особенно соды);

г) в постепенном общем иссушении средней и особенно южной Барабы, в увеличении засоленности луговых почв и грунтовых вод, надвигающемся с юга, от Кулундинской степи.

3. Неблагоприятные природные условия были усилены неправильными приемами хозяйства в прошлом: истреблением лесов, перегрузкой пастбищ, отсутствием правильных севооборотов, переосушкой некоторых лугов и болот без организации урегулированного их затопления.

4. Водохозяйственное и мелиоративное устройство Барабинской низменности должно базироваться на введении всего комплекса Докучаева—Костычева-Вильямса, что позволит, улучшив структуру почв, отрегулировать распределение вод поверхностного стока, задержать влагу на водоразделах и гривах, ликвидировать засухи и эрозии почв, а также уменьшить заболоченность низин.

5. Перераспределение вод поверхностного стока должно быть достигнуто восстановлением колочных лесов и развитием лесных насаждений по границам полей и вдоль каналов, организацией снегозадержания, задержкой стока снеговых вод при помощи обвалования и регулированием затопления осушаемых болот, болотных лугов и особенно засоленных луговых почв.

6. Должны быть созданы условия для широкого развития луговодернового процесса, обеспечивающего выращивание, независимо от условий погоды, максимального количества трав.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

В. В. ЕГОРОВ

ОБРАЗОВАНИЕ ПРИМОРСКИХ СОЛОНЧАКОВ НА МАРШЕВЫХ ТЕРРАСАХ В ЗАПАДНОМ ПРИКАСПИИ

При изучении общих причин современного соленакопления в почвах засушливых областей нельзя пройти мимо такого источника легкорастворимых солей, как солевые запасы примыкающих морских бассейнов. «Процессы морского засоления почти неизвестны совсем. Между тем разобраться в сущности законов миграции солей вообще невозможно, не выяснив особенностей морского засоления» (Ковда, 1937).

В процессе большого геологического круговорота наблюдается преимущественное перемещение растворимых соединений с суши в океан и в отдельные бессточные впадины. Одновременно с этим существует и противоположно направленный процесс — поступление солей на сушу со стороны моря. Количественно он выражен значительно слабее, чем первый, и имеет подчиненное значение.

В свое время наибольшее внимание привлек вопрос импульверизации и перемещения морских солей на сушу воздушными токами. Обстоятельными работами Коссовича (1913) и других исследователей это явление получило количественное выражение. Размеры его в общем оказались не такими, чтобы обусловить значительные солевые аккумуляции, способные повести к развитию на месте солончаковых явлений.

Более значительное концентрирование солей может происходить при усыхании замкнутых морских водоемов или обособившихся частей их. В основе этого явления лежат чаще геологические причины, следствием их нередко являются солевые месторождения.

По берегам морских бассейнов при определенных условиях наблюдается специфическое накопление солей в породах и почвах, не связанное непосредственно с усыханием морских водоемов. Возникающие при этом почвы обычно относят к группе приморских солончаков.

Наличие таких приморских солончаков на территории СССР отмечали Ковда (1937), Герасимов (1939), Иванова (1939) и другие. Однако природа этих образований не получила достаточного освещения. Ниже нами рассмотрен один из случаев приморского засоления почв, обусловленный возникновением местного грунтового потока соленых вод от моря к суше. Само зарождение и дальнейшее существование такого потока вызвано в значительной мере факторами почвенного порядка.

Для возникновения движения грунтовых вод от моря к суше необходимо, чтобы уровень грунтовых вод в прибрежных частях постоянно или периодически находился ниже уровня моря и чтобы существовала возможность пополнения их морскими водами.

Такая возможность появляется иногда на слабо приподнятых на поверхностью моря приморских равнинах в пустынных и полупустынных областях, когда в прибрежной полосе возможен интенсивный расход грунтовых вод путем испарения с поверхности увлажненной ими почвы и транспирации растениями, использующими соленые растворы. Если исходить из имеющихся в литературе данных (Ковда, Бейдеман и др.), за один летний сезон уровень грунтовых вод может понизиться этим путем на 2—5 м (с учетом водоотдачи грунтов).

Наши наблюдения показали, что засоление под влиянием морских вод может осуществляться преимущественно при образовании приморских маршевых террас.

В нашей литературе мало уделялось внимания исследованию маршей. При характеристике их использовались высказывания главным образом зарубежных исследователей, в частности, американца Джонсона и некоторых немецких авторов. От Джонсона к нам проникло в литературу (Щукин, 1938, и др.) неверное представление, что всякая, однажды возникшая маршевая терраса недолговечна и вновь уничтожается волнением, если не происходит поднятия суши.

Чтобы полнее рассмотреть условия почвообразования на маршевых поверхностях в полупустынной зоне, остановимся в общих чертах на условиях образования самой маршевой поверхности.

Благоприятные условия для образования маршевых поверхностей возникают при наличии небольших поднятий суши с прилежащим к ней мелководьем или при понижении уровня водоема. Наблюдающееся при этом изменение глубин ведет к созданию на некотором расстоянии от берега новых условий торможения волновых движений. При подходе волн к мелкой воде возникает усиленное взмучивание ранее отложенных донных осадков. Часть взмученного материала откладывается на морском дне ближе к берегу в виде вначале подводного, а затем надводного прибойного вала. Последний принято именовать баром, когда за ним ближе к берегу обособляется часть водной поверхности, так называемая лагуна. В Прикаспии такие образования именуются «морцо».

В образовании маршей и предшествующих им по времени волноприбойных перемычек недостаточно учитывались причины и условия возникновения мелководья, в частности, возможности приноса и накопления отлагаемого в прибрежной зоне материала, из которого затем формируются сами волноприбойные перемычки[1].

При соответствующем знакомстве нетрудно убедиться, что в большинстве случаев марши тяготеют к районам дельтовых аккумуляций или вообще к районам значительных поступлений в море материковых наносов. При наличии питающих источников раз появившаяся перемычка (бар) имеет, как правило, тенденцию расти и прочно фиксировать в этом случае новую линию берега.

Наши наблюдения на Каспийском побережье позволили выявить следующие закономерности в условиях отложения и в характере наслоения мелкообломочного материала на вновь формирующихся маршах.

Непосредственно в полосе наката волн, еще до образования бара и лагуны, накапливается сравнительно грубый песчано-ракушечниковый материал и детритус, отмытые от тонких илистых частиц. Мощность этого слоя, как правило, небольшая, около 0,5, реже, 1 м. Ниже обычно вскрываются пески с примесью ила. Ил в песках заключен нередко в виде

[1] Последние работы В. П. Зенковича вносят в этот вопрос необходимую ясность (доклад на конференции в ГОИН, 1950 г.)

тонких слоев. Общая заиленность песков с глубиной нарастает, и они постепенно переходят в супеси и даже суглинки. Аналогичное изменение осадков наблюдается при удалении от берега в сторону моря. Мощность верхнего слоя из отсортированного песка постепенно уменьшается, и дно на некотором расстоянии оказывается выстланным непосредственно заиленным песком. Еще далее в море песок все более переходит в песчано-суглинистые наносы.

Образование тонких глинистых прослоек в толще песков, нередко располагающихся одна за другой, происходит, повидимому, следующим образом.

Оседающая в спокойной воде взвесь образует тонкий наилок поверх более грубых, отсортированных под действием волнения песчаных слоев. При возникновении нового волнения на некотором расстоянии от берега не все тонкие частицы вновь взмучиваются. Происходит это в результате следующих обстоятельств. Вертикально направленная динамическая сила волны на мелкой воде распадается на две слагающие, одна из которых направлена линейно к берегу, другая — вниз, будучи связанной с динамическим ударом волны в дно. Некоторая часть глинистых частиц, раньше чем они будут увлечены вверх, вдавливается в грунт между зернами песка и задерживается там. В таких случаях поверхность дна слегка цементируется и оказывается более устойчивой против взмучивающего действия волн умеренной силы. Волнение по ней сравнительно легко перемещает створки отмерших моллюсков, набрасываемые затем в основание прибойного вала.

Непосредственно у берега, где наблюдается накат волн, вся или почти вся динамическая сила волны переходит в горизонтально направленную. Поэтому при постоянном взмучивании и перемывании осадков накопления глинистых частиц у берега не происходит.

В случае понижения глубин у побережья верхний слой донных осадков в новой водноприбойной зоне может заново перемываться. При этом он освобождается от илистых примесей примерно на ту же 0,5—1-метровую глубину.

В связи с этим в основании лагунных, а затем маршевых наносов обычно лежит сравнительно небольшой мощности слой хорошо отсортированного песка, подстилаемый заиленными песками.

Осадки, накапливающиеся в лагунных условиях, имеют отличный от рассмотренного характер. Как правило, они слагаются из глинистого, реже, суглинистого материала, богатого органическим веществом. Образование их происходит при следующих условиях.

В начальный момент, когда перемычка еще не приобрела значительных размеров, морская вода в период сильных волнений может забрасываться в лагуну. Переполняя ее, она местами прорывает невысокий еще прибойный вал и образует обратное течение. Однако значительная часть взмученных волнением и попавших с морской водой в лагуну взвешенных частиц успевает в ней осесть. В дальнейшем, в период, когда происходит усиленное испарение, вода может поступать из моря в лагуну через образовавшиеся «прорвы» в прибойном валике. Размеры этого поступления могут быть значительными, так как за сутки в наиболее жаркое время года может испариться с водной поверхности слой до 10—12 мм.

Морская вода, поступая в лагуну, в обоих случаях может доставлять в нее преимущественно тонкие осадки и органический материал. В первом случае более грубые частицы задерживаются перед гребнем прибойного вала и лишь мелкие перебрасываются через него, во-втором — слабое течение бывает не в состоянии транспортировать крупные зерна. Исклю-

чение составляют раскрытые створки моллюсков, которые при волновых ударах, скользя по воде, непосредственно забрасываются в лагуну, от чего осадки в ней определяются как морские.

Некоторое количество илистых частиц доставляется в лагуну с материка наземными струями и воздушным путем. Большое значение в накоплении тонких осадков имеет растительность, появляющаяся сначала по берегам лагуны, а затем, по мере ее обмеления, на всем пространстве, способствуя постепенному превращению лагуны в болото, т. е. в собственно марш.

Зарастание лагуны растительностью ведет, с одной стороны, к тому, что все большее количество попадающих в нее взвешенных частиц задерживается, а с другой — растительные остатки и продукты их разложения сами принимают участие в создании органоминеральных почвогрунтов или непосредственно, или в результате синтеза, за счет зольных веществ, тонкодисперсных соединений.

Особенно интересным в этом отношении может являться тростник, нередко поселяющийся на умеренно засоленных маршах. В его стеблях накапливается много кремнекислоты. В одном случае нами было обнаружено до 10,9% кремнезема от веса сухой массы растения при общей зольности 16,4%[1].

Иногда на стадии превращения лагуны в маршевое болото проявляются условия, благоприятные для биологического анаэробного превращения органических остатков. В этом случае затрагивается и минеральная часть породы. Она претерпевает специфический процесс раскисления, свойственный болотным условиям (оглеение). Значительное накопление восстановленных соединений приводит к заметному изменению физических свойств верхних слоев осадка, превращая их на длительный срок в трудно водопроницаемые вязкие породы, склонные при высыхании к слитности и растрескиванию на глыбы. Окраска породы в этих случаях приобретает во влажном состоянии сине-серые, голубоватые или зеленоватые тона, а в сухом — более тусклые мертвенно-серые.

В результате на маршах, когда последние пройдут достаточно полный цикл развития, формируется своего рода двучленный состав материнских пород. Сверху лежат тяжелые глинистые, мало водопроницаемые осадки, внизу — песчаные. Граница между ними прослеживается, как правило, очень четкая, без постепенных переходов.

Этим маршевые наносы, хотя они имеют слоистость, отличаются от аллювиальных с более сложным порядком наслоений.

Однако иногда можно наблюдать более простой случай: лагуна сравнительно быстро отчленяется от моря и усыхает. Если усыханию сопутствует быстрое засоление, развитие растительности крайне угнетается, она не оказывает большого влияния на процессы формирования почвогрунта в ранний период и тогда поверх песчаных слоев отлагается или очень тонкий слой глинистого осадка, или почвенно-грунтовый слой совсем не образуется.

Процесс засоления маршей при наличии способствующих условий может начаться до формирования почвы еще на стадии лагуны. В табл. 1 иллюстрируется один из случаев возрастания солености воды в полуотчлененной лагуне по сравнению с исходной минерализацией воды в море.

В процессе осолонения лагуны по берегам ее иногда наблюдается образование солевых корочек, свидетельствующих об испарении воды не только с поверхности, но и через капиллярно насыщенный грунт по берегам.

[1] Определения Б. М. Голуш.

Таблица 1

Данные анализа морской воды и воды из лагуны

Образец	Плотный остаток	Сумма солей	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{..}$	$Mg^{..}$	$Na^{.}+K^{.}$ по разности
В граммах на 1 л									
Вода моря	18,32	16,30	Нет	0,176	7,42	3,16	0,78	0,83	3,94
» лагуны	26,52	22,32	0,028	0,113	9,63	5,01	0,53	1,23	5,78
В миллиэквивалентах									
Вода моря	—	555,6	Нет	2,9	209,1	65,8	39,0	67,7	171,1
» лагуны	—	757,5	0,9	1,9	271,7	104,3	26,3	101,0	251,4

Однако накопление солей в лагуне в первые моменты может сменяться удалением их при переполнении лагуны морской водой. При этом могут выноситься и те соли, которые выпали в осадок на берегу.

На этой стадии попеременного осолонения и опреснения лагуны теоретически мыслится следующее положение. В моменты повышения солености воды в лагуне концентрация растворов в донных осадках должна повышаться благодаря явлениям диффузии и особенно гравитационно струйчатому проникновению растворов (Морозов, см. настоящий сборник; Ковда, 1950). Последним путем могут проникать в донные осадки более осолонившиеся воды лагуны с вытеснением ранее захваченных ими растворов.

При смене в лагуне более осолоненных вод на менее осолоненные морские концентрация растворов в донных осадках может долгое время оставаться близкой к ранее достигнутой, так как понижение ее в этом случае будет происходить только в результате диффузии, скорость которой значительно уступает скорости гравитационно-струйчатого движения солей.

При наличии подобного явления растворы, заключенные в донных отложениях, с течением времени становятся более концентрированными. При окончательном обособлении и усыхании водоема общие запасы солей в грунтах и грунтовых водах в таком случае могут оказаться выше ожидаемых.

О накоплении солей в песчаных осадках, взятых со дна еще не вполне отчлененной от моря лагуны, можно судить по данным табл. 2. Слой воды в лагуне был равен 10 см (анализ ее приведен в табл. 1). При взятии образцов часть раствора, заключенного в осадке, свободно стекла. Поэтому учтено то количество солей, которое грунт мог свободно удержать с раствором. Верхний слой осадков на дне состоял из сплетенных в войлок неразложившихся водорослей и на содержание солей не исследовался. Ниже, в образце из слоя 2—10 см, содержалось около 1% легкорастворимых солей. В слое 10—20 см солей было меньше 0,5%.

Приблизительные расчеты показывают, что концентрация раствора в слое 2—10 см была выше, чем в воде лагуны, а именно около 37 г/л при 22 г/л в воде лагуны.

Таблица 2

Данные анализа водных вытяжек из донных осадков лагуны

Глубина взятия образцов, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	$Na'+K'$ по разности
В % на абсолютно-сухую почву								
2—10	1,083	Нет	0,014	0,301	0,378	0,064	0,029	0,2
10—20	0,503	»	0,025	0,159	0,136	0,009	0,004	0,1
В миллиэквивалентах								
2—10	33,16	Нет	0,23	8,48	7,87	3,20	2,38	11,0
10—20	15,42	»	0,40	4,48	2,83	0,45	0,33	6,9
В % от суммы миллиэквивалентов								
2—10	100	Нет	0,69	25,57	23,73	9,65	7,18	73,1
10—20	100	»	2,59	29,05	18,35	2,92	2,14	44,9

С момента превращения лагуны в марш начавшийся процесс солен копления может не только не прекратиться, но в некоторых случая наоборот, усилиться, а иногда только с этого момента и проявится в зам ных размерах. Как было сказано, произойдет это в том случае, если гидрогеологическим условиям море в состоянии питать грунтовые во маршевой террасы.

Соленакопление этим путем может достигнуть очень значительны размеров.

В зависимости от наличия или отсутствия глинистого чехла на марш развитие растительного покрова и почв может протекать различно.

Остановимся на формировании почв песчаных маршей.

Своеобразие условий на песчаных маршах в сравнении с глинистым заметнее всего сказывается на растительности.

В условиях западного побережья Каспия нередко первым поселенц на песчаных маршах при относительно слабом засолении, что обыч вызывается близостью дельт, оказывается тростник (*Phragmites commu* (L.) Trin.)[1]. Поселяется он еще в условиях лагуны. При несколько бол шем засолении главным видом среди первых поселенцев может бы клубнекамыш (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Pallas). Иногда им сопут ствует (*Schoenoplectus littoralis*) и некоторые другие виды. Так как в маршах соленость воды и растворов обычно высокая, тростник чаще всег не долговечен и с самого начала дает изреженные низкорослые заросл Клубнекамыш селится куртинами, не давая, как правило, сплошны покрытий.

При дальнейшем засолении почв эти виды могут сменяться одной и однолетних свед (*Suaeda confusa* Iljin), для которой тростник или клуб некамыш частично подготавливают почву.

При значительных начальных степенях засоления первым поселенце в обмелевшей лагуне и некоторое время после ее обсыхания является

[1] Все определения растительности принадлежат И. Н. Бейдеман.

солерос (*Solicornia herbacea* L.). Однако эта солянка жизнеспособнее на глинистых маршах — солончаковых грязях с очень близкими к поверхности грунтовыми водами. При опускании последних ниже 0,7—0,8 м от поверхности солерос сменяется той же сведой, а при бедности субстрата элементами питания — солянкой содоносной (*Salsola soda* (L.) Pallas). Оба эти вида, хотя и встречаются на песчаных маршах, но предпочитают более тяжелый состав почв.

По берегам болота, а в дальнейшем на всей обсохшей поверхности, вытесняя сведу, может поселяться один из видов франкении (*Frankenia hirsuta* L.). Вслед за ней, а иногда и вместе с ней появляются солончаковые злаки эфемеры, раньше всего — бескильница (*Puccinellia gigantea*, затем *Lepturus incurvatus* (L.) Trin); позднее один из видов костра (*Bromus japonicus* Thunb.), тонконог (*Koeleria phleoides* (Vill.) Pers), а также очень распространенный вид солянки — петросимония (*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bgl.). Все эти виды на молодых песчаных маршах, исключая солерос, обычно представлены не очень обильно.

На обсохших прибойных валиках первым поселенцем отмечается чаще других турнефорция (*Tourneforcia sibirica* L.). За ней обычно поселяются названные выше злаки. На более опресненных песках к ним постепенно примешивается полынь Шовитца (*Artemisia Schowitziana* Bess.), а позднее — песчаная полынь (*A. arenaria* D. C.)

Наиболее раннее проявление солончакового процесса в условиях песчаного марша может характеризовать почвенный разрез[1], сделанный на узкой молодой, но быстро засолившейся маршевой терраске.

О положении разреза и некоторых особенностях устройства поверхности, где он располагался, можно судить по следующему описанию.

Внешний прибойный валик, отчленивший маршевое пространство от моря, был сложен с поверхности исключительно ракушечником. Высота его над уровнем моря равнялась 0,5 м, ширина по основанию 4 м. У подножия валика со стороны моря был набросан войлок водорослей. Большое количество их скопилось также в воде у берега.

За внешним прибойным ракушечниковым валом следовало понижение шириной до 10 м. Здесь, поверх песчаного осадка, было набросано волнением много ракушки, водорослей и стеблей растений. За понижением в сторону суши расположены один за другим еще три, ранее возникших песчано-ракушечниковых валика. Средний из них, самый высокий, приподнят над уровнем моря на 1—1,2 м. Между ним и следующим, четвертым от моря, располагалось новое понижение, зарастающее турнефорцией и мелкими угнетенными стеблями тростника.

За четвертой грядой начинается собственно маршевое понижение до 120 м шириной. Поверхность его, покрытая слоем песка с ракушкой, зарастала со стороны валиков франкенией с остатками гибнущей турнефорции. Здесь же появляются и единичные экземпляры бескильницы. Ближе к центральной части растительность была представлена сведой, между которой можно было видеть истлевающие стебли солероса.

Средняя, наиболее низкая часть этой полосы не имела растительности, хотя раньше, судя по остаткам стеблей, также была покрыта солеросом. Песчаная поверхность марша в самое жаркое время остается слегка влажной и одновременно покрытой песчано-солевой корочкой.

При приближении к прежнему берегу вновь появляется солерос, затем сведа, франкения, редкие кусты бескильницы и полынь Шовитца.

[1] В данном случае, так же как и во всех последующих, образцы почв и пород были взяты в период максимального сезонного накопления солей в конце лета.

Со стороны суши маршевая поверхность примыкает к подножию с рого прибойного вала.

Разрез 1 был заложен в центре широкой пониженной полосы совр менного марша с погибшей растительностью, что, по всей видимост произошло от чрезмерного засоления.

Характер наслоений в разр. 1 оказался следующим:

0—0,5 см Сцементированная солями сырая, отчасти ноздреватая, песча солевая корочка; при осторожном взятии она отделяется от нез него рыхлого слоя.

0,5—16 см Зеленовато-бурый среднезернистый, отсортированный песок, соде жит небольшое количество мелких створок моллюска *Cardium edul* Местами имеются полоски и пятна ржавого цвета. Сырой.

16—17 см Полоска палево-бурого «водянистого» ила.

17—28 см Песчаный слой с очень тонкими строго горизонтальными поло ками-прослоями фиолетово-коричневого цвета. В полоска прослоях содержатся истертые мелкие органические остатки (часто цы водорослей).

28 — 100 см Песок синевато-серого цвета, сначала слабо, а книзу более зна тельно заиленный.

Вскипание почвы от HCl, как и во всех последующих случаях, набл дается с поверхности.

После некоторого стояния яма начала медленно наполняться водой стенки ниже 70 см обваливаться.

Минерализованность верхнего слоя грунтовых вод в данном случ была необычайно высокой. По составу она представляла собой упаре ную, примерно в 9 раз, морскую воду. Засоленность верхних слоев по ды над грунтовой водой также оказалась высокой. Всего значительн было содержание солей в верхней влажной корочке, в глинистом прос на глубине 16—17 см и в слое 17—28 см, где своеобразная слоистос может создавать худшие условия оттока вниз концентрированных раст ров (табл. 3).

При наличии некоторых изменений в размерах засоления по отдельн горизонтам почвы качественный состав солей по профилю однотипны Всюду накапливается больше всего натрия и хлора, затем почти в равн количествах магния и SO_4. В общих чертах состав солей и в почвенн слоях оказался близким к составу солей в морской воде. Исключен представляет корочка 0—0,5 см, где несомненно появление серн кислого натрия. Для корочки и следующего слоя 0,5—16 см свойствен кроме того, некоторое накопление кальция и одновременное уменьше количества магния. Эти изменения, вероятно, первый, еще только нам тившийся результат почвенных процессов, ведущих к перераспредел нию различных солей между почвой, почвенно-грунтовыми растворам и грунтовыми водами.

Пользуясь данными солевого анализа и объемного веса для разр. можно определить, что для образования имеющихся в почвенных слоя и в грунтовой воде (до условной глубины в 2 м) запасов солей требует испарение столба морской воды в 4400 мм. Принимая как вероятны возраст марша в 10 лет, в год испаряется в среднем около 400—450 м К этому нужно прибавить влагу атмосферных осадков, следователь еще около 200—250 мм. Возможность испарения через почву при помощ растительности такого количества влаги не противоречит реальным вел чинам.

Разр. 1. Характеризовался ярко выраженный случай соленакоплени Обычно на песчаных маршах такая степень засоления встречается сравн тельно редко.

Таблица 3

Данные анализа водных вытяжек из образцов наиболее молодой почвы на песчаном марше. Разр. 1

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	$Na'+K'$ по разности
В % на абсолютно-сухую почву								
0—0,5	9,307	0,007	0,018	1,881	4,237	0,290	0,155	2,634
0,5—16	2,520	Нет	0,017	0,940	0,717	0,111	0,104	0,633
16—17	7,535	»	0,029	3,339	1,577	0,121	0,416	2,003
17—28	6,915	»	0,029	3,198	1,315	0,070	0,368	1,934
28—65	2,778	»	0,028	1,307	0,505	0,020	0,122	0,844
65—100	1,698	»	0,034	0,874	0,265	0,015	0,060	0,575
В миллиэквивалентах								
0—0,5	283,60	0,23	0,30	53,00	88,27	14,49	12,76	114,55
0,5—16	83,42	Нет	0,28	26,50	14,93	5,55	8,61	27,55
16—17	254,80	»	0,48	94,07	32,85	6,06	34,24	87,10
17—28	235,94	»	0,48	90,10	27,39	3,53	30,31	84,13
28—65	95,62	»	0,46	36,83	10,52	1,01	10,10	36,70
65—100	61,44	»	0,56	24,64	5,52	0,75	4,94	25,03
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—0,5	100	0,08	0,11	18,7	31,11	5,1	4,5	40,4
0,5—16	100	Нет	0,3	31,8	17,9	6,7	10,3	33,0
16—17	100	»	0,2	36,9	12,9	2,4	13,4	34,2
17—28	100	»	0,2	38,2	11,6	1,5	12,8	35,7
28—65	100	»	0,5	38,5	11,0	1,1	10,6	38,3
65—100	100	»	0,9	40,1	9,0	1,2	8,0	40,8

Умеренное и непродолжительное засоление маршевых песчаных отложений, сменившееся, вероятно, в течение того же срока (10 лет) рассолением, характеризует разр. 2, заложенный на расстоянии 500 м от берега моря.

Растительность около разреза была следующей: верблюжья колючка (*Alhagi pseudoalhagi* (MB) Dsv.), отдельно стоящие хорошей жизненности кусты селитрянки (*Nitraria Schoberi* L.); из злаков плевел (*Lelium rigi*- *dum* Gand.), зерна (*Zerna rubens* (L.) Grossh.), подорожник (*Plantago lofengii* L.), а также полынь Шовитца и полынь песчаная.

Общее засоление молодой песчаной почвы было небольшим, из самого верхнего слоя 0—14 см легкорастворимые соли почти вынесены (табл. 4).

Передвижению вниз по профилю почвы подверглись с одинаковой более или менее скоростью все учтенные анализом элементы, в том числе, и даже в несколько большей мере, сернокислые соли. В связи с этим при небольшом общем засолении в составе солей в верхнем слое резко преобладают хлориды, в том числе хлориды натрия, магния и даже кальция, что не безинтересно подчеркнуть, так как последняя соль вряд ли могла возникнуть за счет обменных реакций.

В целом для почвы следует отметить преимущественную потерю магния. В разр. 1 относительное содержание этого элемента в почвенных

Таблица

Данные анализа водных вытяжек из образцов начавшей рассоляться почвы песчаного марша. Разр. 2

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность		Cl′	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$ по ра...
		CO_3''	HCO_3'					
В % на абсолютно-сухую почву								
0—14	0,090	Нет	0,029	0,032	0,010	0,012	0,007	0,0...
14—33	0,450	»	0,039	0,184	0,082	0,012	0,012	0,1...
33—58	0,680	»	0,034	0,298	0,109	0,014	0,018	0,3...
58—90	0,305	»	0,030	0,142	0,033	0,010	0,012	0,0...
90—130	0,290	»	0,024	0,120	0,053	0,025	0,007	0,0...
130—160	0,790	»	0,038	0,321	0,107	0,025	0,027	0,1...
В миллиэквивалентах								
0—14	3,42	Нет	0,48	1,03	0,20	0,62	0,60	0,2...
14—33	15,08	»	0,64	5,20	1,70	0,62	1,00	5,9...
33—58	22,44	»	0,56	8,40	2,26	0,72	1,50	9,0...
58—90	10,40	»	0,50	4,02	0,68	0,52	1,00	3,6...
90—130	9,80	»	0,40	3,40	1,10	1,25	0,60	3,0...
130—160	23,82	»	0,62	9,07	2,22	1,25	2,20	8,1...
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—14	100	Нет	14,0	30,1	6,0	18,1	17,5	14,...
14—33	100	»	4,2	34,4	11,3	4,2	6,6	39,...
33—58	100	»	2,5	37,4	10,1	3,2	6,7	40,...
58—90	100	»	4,8	38,7	6,5	5,0	9,6	35,...
90—130	100	»	4,1	34,7	11,2	12,8	6,1	31,...
130—160	100	»	2,6	38,1	9,3	5,3	9,2	33,...

слоях было в полтора раза выше, чем в разр. 2. И кальций здесь отлич... ся достаточной подвижностью, не менее, чем натрий. Относитель... преобладание вверху хлористого натрия в песчаных почвах может им... скорее положительное значение. Этим может быть обусловлена бо́ль... подвижность углекислого кальция, быстрое растворение и распыле... остатков и целых створок ракушек, что удавалось наблюдать в почв... Вероятно, с этим связано появление через непродолжительное вре... небольшого цементирования песчаных почв пылеватым кальцитом, ... предохраняет почвы от развевания. Имеет, возможно, значение в та... же смысле вхождение натрия в состав обменных оснований новообразу... щихся высокодисперсных частиц, распыление которых может прида... почве бо́льшую связность.

Рассоление песчаных почв, как только к этому создаются предпосы... ки, протекает достаточно быстро. Помимо опресняющего действия вла... осадков и легкой водопроницаемости песчаных пород, это обусловле... нам думается, еще следующими причинами.

В песчаных почвогрунтах соленакопление вначале должно итти, исключая поверхностные корки, в почвенных растворах. Как только грунтовые воды, в тесной связи с которыми это засоление мыслится, понизятся настолько, что перестанут смачивать по капиллярам верхние горизонты, содержание солей в этих последних обычно быстро понижается. Подобное явление можно объяснить тем, что при понижении уровня грунтовых вод часть капиллярной воды, располагающейся над ними, так же опустится, поскольку крупность пор не способствует разрыву капилляров; переместятся при этом вниз и растворенные в капиллярной воде соли.

Нечто подобное можно, вероятно, наблюдать и при сезонном понижении высоты капиллярного увлажнения породы вследствие быстрого испарения капиллярной влаги. Наличие свободно сообщающихся капилляров позволяет в этом случае представить процесс испарения в почве отчасти аналогично процессу испарения с открытой водной поверхности. Находящиеся в растворе соли в таком случае большей частью не выпадают в осадок, а концентрируются в постепенно уменьшающемся объеме. Поэтому одно лишь иссушение верхних слоев песчаных почв и осадков в определенных условиях может вести к их заметному временному обессоливанию при одновременном накоплении солей в нижних слоях и в грунтовых водах. Полного рассоления при этом не достигается.

Примером длительного засоления маршевой поверхности может служить следующий разрез (разр. 3), сделанный на относительно старом марше, возраст которого равнялся приблизительно 150 годам.

По гидрогеологическим и рельефным условиям возможность развития здесь солончакового процесса должна была сохраняться длительное время. На поверхности почвы местами виднелись выцветы солей и пухлые, лишенные растительности пятна; кое-где куртинками росли солянки. Но одновременно можно было отметить и признаки постепенного рассоления почв. Список растительности для сильно засоленных мест обитания был достаточно обширным и не совсем типичным.

Из солянок вблизи разреза были встречены сарсазан (*Halocnemum strobilaceum* MB.) и галостахис (*Halostachys caspica* Pallas) — обычные виды на наиболее засоленных хлористыми солями солончаках. Но они явно отмирали, и преимущественное значение имели виды, более свойственные солончакам в стадии их рассоления. В числе их находились петросимония, представленная обильнее других, затем франкения, полигонум (*Polygonum argirocoleum* Stend.), полынь Шовитца и злаки — бескильница.

Среди зелено-желтого фона растительности (выгоревшей) участки пухлого солончака проглядывали лишь редкими небольшими пятнами, но и на них встречались отдельные экземпляры петросимонии и бескильницы.

Содержание солей в корке на пятнах, лишенных растительности, очень значительное, достигающее 8% (табл. 5). Вниз по профилю почвы оно снижается до 2,5%, а затем до 1% и еще ниже.

Интересен состав солей в почве. Как и в предыдущих примерах, среди солей преобладает хлористый натрий. Несколько увеличенным оказалось содержание аниона SO_4, который в значительной части связывается здесь с натрием. Относительное содержание кальция и магния минимальное в сравнении не только с другими ионами в данной почве, но и с содержанием их в выше указанных почвах.

Накопление кальция в засоленных почвах в виде гипса в обычных условиях происходит часто с настолько определенной последовательностью, что по количеству этой соли можно судить о возрасте солончаков.

Таблица

Данные анализа водных вытяжек из образцов почв на песчаном марше в возрасте 150 лет. Разр. 3

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{+}+K^{+}$ по разности
В % на абсолютно-сухую почву								
0—1	8,077	0,001	0,037	3,126	1,918	0,389	0,133	2,26
1—11	2,694	0,001	0,043	1,248	0,429	0,047	0,027	0,92
11—35	0,730	0,003	0,024	0,326	0,120	0,016	0,016	0,23
35—130	1,383	Нет	0,032	0,510	0,375	0,058	0,032	0,36
130—150	0,959	0,002	0,018	0,426	0,163	0,014	0,010	0,32
В миллиэквивалентах на 100 г почвы								
0—1	257,58	0,05	0,61	88,20	39,93	19,44	10,92	98,43
1—11	89,74	0,05	0,70	35,20	8,92	2,38	2,31	40,18
11—35	24,40	0,10	0,40	9,20	2,50	0,82	1,35	10,03
35—130	45,44	Нет	0,52	14,40	7,80	2,91	2,61	17,20
130—150	31,60	0,07	0,30	12,03	3,40	0,73	0,81	14,26
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—1	100	0,02	0,24	34,24	15,50	7,55	4,24	38,21
1—11	100	0,06	0,78	39,22	9,94	2,68	2,57	44,75
11—35	100	0,41	1,64	37,71	10,24	3,36	5,53	41,11
35—130	100	Нет	1,14	31,69	17,17	6,41	5,74	37,85
130—150	100	0,22	0,95	38,07	10,76	2,32	2,56	45,12

В приморских солончаках песчаных маршей на первых стадиях содержание кальция (кроме $CaCO_3$) очень мало. Его много меньше, чем других солей. Возможно, что в песчаных почвогрунтах миграция $CaSO_4$ протекает достаточно быстро и предел концентрации ее в почвенных растворах с последующим выпадением в виде гипса по профилю почвы не наступает. Следует обратить внимание и на то, что кальций в подобных случаях может мигрировать также и в виде хлористой соли, а с ионом SO_4 частично связывается натрий.

Еще большее своеобразие в приморских солончаках обнаруживается в миграции соединений магния.

В начале засоления на песчаных маршах наблюдалось известное соответствие состава солей с составом их в морской воде. Накопление натрия происходило в соответствии с накоплением хлора, а магния — с SO_4. В следующей стадии, когда в солончаках, наряду с соленакоплением, наблюдается частичное удаление солей, такого соответствия не обнаруживается. В почве постепенно начинает все более выявляться образование Na_2SO_4, а магний вместе с хлором преимущественно перед всеми другими элементами выносится в грунтовые воды. Подобное явление обнаруживается, как увидим, и в условиях глинистых маршей.

В процессе последующего рассоления солончаков на песчаных маршах возникают различные солончаковатые почвы. Остаточное засоление в них может сохраняться продолжительное время. Сохранению солончаковатости может способствовать, помимо климатических условий, неглубокое залегание грунтовых вод на низких приморских равнинах.

Одну из остаточно засоленных почв на сравнительно древнем марше характеризует разр. 4.

Поверхность бывшего марша была частично перекрыта песчаными грядами от развеянного старого прибрежного вала. Между последними располагались отдельные плоские понижения, поросшие песчаной полынью и верблюжьей колючкой с значительной примесью злаков эфемеров. Среди последних преобладал плевел. Такая же растительность наблюдалась и у разреза.

Приводим описание этого разреза.

0—10 см	Светлосерого цвета, слегка сцементированный песок с большим количеством мелких корней. На поверхности почвы и в слое много створок моллюска *Cardium edule*.
10—25 см	Менее сцементирован и меньше содержит корней растений.
25—40 см	Несколько заиленный буроватый песок с остатками морской фауны; обнаружены скопления кристаллов гипса.
40— 82 см	Тот же песок с несколькими тонкими илистыми прослойками.
82— 89 см	Ил буро-серого цвета.
89—130 см	Песок с включениями морской ракушки.
130—180 см	Серо-голубоватый ил.
180—190 см	Илистый песок.
190—220 см	Серо-голубоватый ил.

Засоленность почвы и подпочвы, судя по данным табл. 6, очень значительная; в сохранении солей могло сказаться наличие на глубине илистых прослоек, весьма затрудняющих просачивание воды и растворов в более глубокие слои.

Более длительное формирование этой почвы отразилось заметным образом на составе легкорастворимых солей. В почве имеет место накопление гипса в форме видимых кристаллических скоплений, сосредоточенных главным образом в корнеобитаемом слое. Не исключено, что часть его образовалась под влиянием растительности.

Эти почвы обычно используются как пастбищные. Использования их под сельскохозяйственные культуры не наблюдалось.

Проследить дальнейшие стадии развития этих почв, образовавшихся на бывших песчаных маршах, затруднительно. Из-за давности не всегда удается с уверенностью относить те или иные поверхности к маршевым.

Рассмотрим приморские солончаки на двучленных маршевых наносах.

Накопление глинистых осадков, как уже отмечалось выше, происходит главным образом на стадии лагуны. Их происхождение в основном водное при заметном, а иногда значительном участии растительности. В силу богатства образующихся при этом осадков органическим веществом на глинистых маршах особенно часто наблюдаются процессы раскисления почвогрунтов в анаэробных условиях, отчего они, как правило, лишаются макро- и микроструктуры, заметным образом изменяются их физические свойства. Особенно это сказывается на характере капилляров. Создается сплошная волосная система пор, способствующая усилению подачи растворов вверх и накоплению легкорастворимых солей в верхних слоях почв.

В почвах песчаных маршей размеры диаметров капилляров более значительные в верхних горизонтах и более тонкие книзу. Такой

Таблица 6

Данные анализа водных вытяжек из образцов остаточно-засоленной почвы бывшего песчаного марша. Разр. 4

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность		Cl′	SO_4''	$Ca^{··}$	$Mg^{··}$	$Na^{+}+K^{+}$ по разности
		CO_3''	HCO_3'					
В % на абсолютно-сухую почву								
0—10	0,460	Нет	0,027	0,155	0,120	0,06	0,011	0,0
10—25	0,560	»	0,029	0,145	0,217	0,09	0,013	0,0
25—40	1,170	»	0,027	0,135	0,642	0,23	0,021	0,0
40—82	0,620	»	0,034	0,195	0,169	0,04	0,015	0,1
82—89	1,770	»	0,034	0,700	0,403	0,05	0,054	0,3
89—130	0,680	»	0,034	0,355	0,202	0,03	0,021	0,2
130—180	1,600	»	0,039	0,630	0,329	0,03	0,048	0,4
180—220	1,360	»	0,039	0,550	0,263	0,05	0,006	0,3
В миллиэквивалентах на 100 г почвы								
0—10	14,76	Нет	0,442	4,35	2,59	3,00	0,904	3,4
10—25	16,69	»	0,475	3,35	4,52	4,50	1,07	2,7
25—40	34,32	»	0,442	3,35	13,37	11,50	1,73	3,9
40—82	19,06	»	0,557	5,45	3,52	2,00	1,23	6,3
82—89	57,30	»	0,557	19,70	8,39	2,50	4,49	21,6
89—130	29,52	»	0,557	10,00	4,20	1,50	1,73	11,3
130—180	50,48	»	0,639	17,75	6,85	1,50	3,95	19,7
180—220	45,24	»	0,639	15,50	5,48	2,50	0,49	18,6
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—10	100	Нет	3,00	29,47	17,54	20,32	6,12	23,5
10—25	100	»	2,84	20,08	27,09	27,00	6,41	16,6
25—40	100	»	1,29	9,76	38,95	33,51	5,04	11,4
40—82	100	»	2,92	28,59	18,47	10,50	6,45	33,0
82—89	100	»	0,97	34,39	14,64	4,37	7,83	37,8
89—130	100	»	1,86	33,90	14,23	5,09	5,86	39,0
130—180	100	»	1,26	35,16	13,57	3,00	7,82	39,2
180—220	100	»	1,48	35,85	12,67	5,80	1,13	43,0

порядок обусловливает относительно малую высоту капиллярного поднятия и лучшие условия для движения растворов вниз. При наличии глинистого покрова вверху располагаются более тонкие капилляры с большей водоподъемной способностью, внизу же более толстые, но быстро подающие воду. Процесс засоления в этих условиях может итти при более глубоком залегании грунтовых вод, что расширяет возможности соленакопления. Условия движения солей вниз, наоборот, менее благоприятны.

По указанным соображениям следует ожидать, что при сравнимых внешних условиях начальные размеры засоления почв на глинистых маршах будут значительнее, чем на песчаных, а рассоление их будет протекать медленнее. Последний процесс будет итти тем больше, чем мощнее слой глинистых осадков.

Здесь следует учитывать нередкое растрескивание глинистого слоя на обсыхающих маршах. В осолоняющихся лагунах это явление обнаруживается иногда очень рано, еще под водой. Приходилось, например, наблюдать на дне лагун, под слоем воды в 10—15 см, образование полигончиков, 8—14 см в поперечнике, разделенных сплошной сетью трещин, шириной 0,5—0,8 см и глубиной до 10—12 см, что было, вероятно, результатом дегидратации осадков под влиянием осолонения. При выходе осадков на дневную поверхность трещиноватость некоторое время сохраняется. Полигональные отдельности достигают 20—30 см. При этом часть ранее образовавшихся трещин закрывается. Остающиеся более крупные распространяются в глубину, иногда сплошь разбивая верхний глинистый слой до подстилающего песка.

По широким трещинам может возникнуть внутрипочвенное испарение с подтягиванием солей к граням глыб. Вода атмосферных осадков, просачиваясь вниз преимущественно по тем же трещинам, будет способствовать удалению солей.

При постепенном заполнении трещин мелкими агрегатами к этим местам будут приурочиваться и корневые системы растений, вызывая своеобразную мелкую пятнистость в растительном покрове.

Растительность на молодых глинистых маршах, как правило, менее богата видами, чем на песчаных, но характеризуется бóльшим обилием отдельных видов.

В тех же районах западного побережья Каспия на глинистых, еще не вполне обсохших поверхностях маршей первым поселенцем является чаще всего солерос, который вначале дает нередко сплошные чистые покрытия. Сменяя солерос, развивается однолетняя сведа, а при бедности субстрата элементами питания селится солянка содоносная. Обычно к основному фону из этих видов примешивается другой вид франкении — *Francenia pulverulenta* L. и прибрежница (*Aeluropus litoralis* Gonan.), вытесняющие предшественников.

Через несколько лет поверхность остается за бескильницей, нередко образующей чистые заросли на молодых поверхностях приморской суши.

На смену бескильнице, при понижении уровня грунтовых вод, влагу которых этот злак частично использует, и при некотором опреснении верхнего слоя почв приходят сообщества злаков — эфемеров с многолетними глубокоукореняющимися солянками. В числе злаков селятся костер, зерна, тонконог, а из солянок — сведа мелколистная (*Suaeda mycrophylla* Pall.) и солянка древовидная (*Salsola dendroides* Pallas).

При высоких степенях засоления или очень глинистом составе почвогрунтов бескильница развивается плохо. Основными видами в этом случае, после сведы однолетней, являются два выше названных вида франкении, из них чаще *F. pulverulenta* и прибрежница. Им сопутствует петросимония. В сообществе со злаками-эфемерами она вскоре становится господствующей. В числе злаков на этой стадии обычно отмечается развитие тонконога, двух видов дикого ячменя (*Hordeum leporinum* Link. и *H. histrix* Botch.), эремопирумов (*Eremopirum orientale* (L.) I. et Sp., а позднее *E. triticeum* (Gaerth.) Nevski) и некоторые другие.

В дальнейшем поселяются, частью вытесняя, частью угнетая предыдущие, сведа мелколистная и солянка древовидная. Позднее начинают селиться полыни.

О размерах засоления глинистых лагунных отложений на стадии, когда они представляют еще соленую грязь, можно судить по приводимым ниже описанию и анализам образцов из разр. 5, характеризующего участок бывшего дна на берегу еще не отмершей лагуны. Соленая грязь была покрыта влажной суглинисто-солевой корочкой и содержала черные мажущие остатки гниющих водорослей, обнаруживая характерный неприятный запах. На поверхности местами были видны остатки стеблей погибшего солероса.

В слое 1—4 см среди тонкого вязкого полураскисленного ила прослеживались железистые пятна. Ниже залегала глина серо-стального (синеватого) цвета с неразложившимися остатками стеблей растений и водорослей. Грунтовая вода после того как была вырыта яма, постепенно заполнила ее до глубины 15 см от поверхности.

Верхние слои, как можно судить из данных табл. 7, подверглись очень значительному засолению. Содержание солей в корочке достигает 11,5%, в слоях 1—4 см и 4—13 см — 7%. Очень значительное засоление свойственно и следующему за ними слою. Даже над опесчаненным слоем внизу все еще содержится 1,8% солей.

Таблица 7

Данные анализа водных вытяжек из соленых грязей. Разр. 5

Глубина взятия образцов, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na·+K· по разности
		CO_3''	HCO_3'					
В % на абсолютно-сухую почву								
0— 1	13,490	Нет	0,065	4,397	3,255	0,319	0,686	2,773
1— 4	7,540	»	0,026	2,826	1,660	0,171	0,332	1,811
4—13	7,970	»	0,025	3,073	1,701	0,177	0,347	1,955
13—25	5,190	»	0,026	2,084	1,112	0,126	0,238	1,298
25—60	2,080	»	0,025	0,918	0,269	0,059	0,082	0,510
В миллиэквивалентах на 100 г абсолютно-сухой почвы								
0— 1	385,80	Нет	1,06	123,87	67,97	15,93	56,39	120,58
1— 4	229,16	»	0,44	79,60	34,54	8,53	27,31	78,74
4—13	244,70	»	0,41	86,56	35,38	8,82	28,52	85,01
13—25	164,56	»	0,44	58,70	23,14	6,27	19,55	56,46
25—60	63,74	»	0,41	25,87	5,59	2,94	6,73	22,20
В % от суммы миллиэквивалентов								
0— 1	100	Нет	0,28	32,11	17,61	4,13	14,62	31,25
1— 4	100	»	0,19	34,74	15,07	3,72	11,92	34,36
4—13	100	»	0,17	35,37	14,46	3,60	11,66	34,74
13—25	100	»	0,27	35,67	14,06	3,81	11,88	34,31
25—60	100	»	0,64	40,59	8,77	4,61	10,56	34,83

Характер солевого профиля свидетельствует об идущем соленакоплении без дифференциации солей. Состав их в почве аналогичен составу солей в концентрированных растворах из морской воды.

Отметим наличие значительных абсолютных и относительных количеств магния, преобладающих по всему профилю над содержанием кальция. Однако в этих грязях имеется гипс, который неполностью перешел в водную вытяжку.

Судя по этому и следующим примерам, в рассматриваемых условиях солончаковые грязи на молодых маршах характеризуются накоплением значительных количеств NaCl, затем $MgSO_4$ или $MgCl_2$ и некоторых количеств $CaSO_4$. При обсыхании подобные соленые грязи приобретают значительную плотность и слитность, которая затем лишь медленно исчезает по мере формирования на них почв. Другой пример солончаковых грязей в том же районе на несколько более осушившейся поверхности представлен разр. 6 (табл. 8).

Таблица 8

Данные анализа водных вытяжек из образцов соленых грязей. Разр. 6

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na·+K· по разности
		CO_3''	HCO_3'					
В % на абсолютно-сухую почву								
0—0,5	7,426	Нет	0,037	2,361	2,089	0,312	0,163	1,829
0,5—7	8,944	»	0,009	2,891	2,284	0,274	0,432	1,846
7—28	6,395	»	0,028	2,554	1,138	0,115	0,258	1,589
28—46	3,798	»	0,028	1,444	0,731	0,064	0,137	0,964
46—60	3,439	»	0,031	1,301	0,580	0,062	0,124	0,825
В миллиэквивалентах								
0—0,5	221,36	Нет	0,61	66,58	43,49	15,60	13,41	81,67
0,5—7	258,46	»	0,15	81,53	47,55	13,70	35,53	80,00
7—28	192,34	»	0,46	72,02	23,69	5,76	21,22	69,20
28—46	112,80	»	0,46	40,72	15,22	3,20	11,27	41,93
46—60	98,56	»	0,51	36,69	12,08	3,10	10,20	35,98
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—0,5	100	Нет	0,28	30,07	19,65	7,05	6,06	36,89
0,5—7	100	»	0,06	31,54	18,40	5,30	13,74	30,96
7—28	100	»	0,24	37,44	12,32	2,99	11,03	35,98
28—46	100	»	0,41	36,10	13,49	2,84	9,99	37,17
46—60	100	»	0,52	37,23	12,25	3,14	10,35	36,51

Уровень грунтовых вод был вскрыт на глубине 60 см. Поверхность густо поросла солеросом яркозеленого цвета с хорошей жизненностью.

Существенных различий в отношении размеров и качества засоления у данного разреза с предыдущим нет, но в нем намечается в самом верхнем слое изменение в составе солей — обнаружилось заметное уменьшение количества магния с эквивалентным количеством хлора, хотя условий для нисходящих токов еще не появилось. Для натрия и в этом случае отмечается тенденция к накоплению в верхней части в виде не только

хлористой, но и сернокислой соли. Одновременно в самом верху, в корочке можно отметить впервые преобладание кальция над магнием.

В соответствии с приведенными данными можно считать вероятным, что на стадии образования солевых солончаковых корок при близких грунтовых водах часть солей постоянно остается в растворе и имеет возможность при появлении разницы в концентрации оттекать вниз, аналогично тому, как это отмечалось на почвах песчаных маршей. Однако в силу более тонкой системы пор в глинах этот процесс протекает медленнее.

В том же районе, где описаны соленые грязи, были исследованы и более старые маршевые поверхности с двучленным составом осадков (разр. 7).

По рельефным условиям и абсолютным отметкам возраст участка с разр. 7 должен быть таким же, как у разр. 3 на песчаном марше, т. е. около 150 лет.

Поверхность, где заложен разрез, представляет сравнительно узкую полосу между сохранившимся уступом вдоль древней береговой линии и более молодым волноприбойным валом со стороны моря. Участок в этих пределах частью используется под орошаемые культуры.

Мощность глинистого чехла в разр. 7 была незначительной, всего 46 см. В пределах этого слоя уже обособились достаточно оформившиеся почвенные горизонты. Почва определена как малоразвитая, светлосерая, лугово-солончаковая зоны сероземов[1].

Краткое описание разреза:

0—14 см Буро-светлосерый, комковато-глыбистый тяжелый суглинок, мелкие белые точечные выделения солей. Встречаются отдельные створки каспийского моллюска *Cardium edule*.

14—23 см Серобурого цвета с затеками органического вещества в нижележащий слой, структура глыбистая, много тусклоржавых железистых пятен, легкая глина.

23—33 см Слабораскисленная зеленовато-серая глина неструктурная, редкие выделения белого мелкокристаллического гипса, ржавые пятна.

33—46 см Серовато-бурая, агрегированная, со следами раскисления глина. Встречаются ржавые пятна, более частые, чем выше; выделения гипса, попадаются створки дрейсены (моллюск).

46—160 см Морской среднезернистый песок с остатками морских ракушек, внизу появляются редкие прослои светлобурого ила.

Начиная с 80 см, песок со стенок разреза обваливался и оплывал.

Почва сильно засолена. Легкорастворимые соли сосредоточены главным образом в верхних глинистых слоях. Хлористых солей и натрия тоже больше в верхних слоях (табл. 9).

Распределение элементов по почвенному профилю заставляет предполагать, что часть солей как бы обособилась в глинистом слое. Весной некоторая доля их, особенно хлористый натрий, повидимому, уходит из верхнего слоя (0—14 см) к нижней границе глинистого; к концу лета соли вновь подтягиваются с испаряющимися почвенными растворами в самый верхний слой (0—6 см).

В подстилающих песчаных слоях, связанных капиллярными токами с грунтовыми водами, солей значительно меньше.

Общая особенность засоления этой почвы заключается в значительном снижении хлористости. Судя по эквивалентным соотношениям, в почве произошло накопление $NaSO_4$, более значительное в верхней части профиля.

[1] В представлении А. Н. Розанова особой зоны сероземных почв.

Таблица 9

Данные анализа водных вытяжек из образцов малоразвитой почвы на глинистом марше. Разр. 7

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot} + K^{\cdot}$ по разности
В % на абсолютно-сухую почву								
0—6	2,080	Нет	0,034	0,315	1,04	0,20	0,06	0,37
6—14	1,650	»	0,034	0,080	0,90	0,17	0,05	0,21
14—23	3,520	»	0,034	0,355	0,59	0,09	0,04	0,34
23—33	0,660	»	0,044	0,080	0,31	0,03	0,006	0,17
33—46	1,070	»	0,039	0,080	0,60	0,10	0,03	0,18
46—53	0,300	»	0,031	0,020	0,15	0,05	0,004	0,03
53—120	0,230	»	0,034	0,020	0,10	0,03	0,008	0,02
В миллиэквивалентах								
0—6	62,14	Нет	0,557	8,85	21,66	10,00	4,93	16,14
6—14	43,09	»	0,557	2,25	18,74	8,50	4,11	8,94
14—23	45,67	»	0,557	10,00	12,28	4,50	3,29	15,05
23—33	18,86	»	0,721	2,25	6,46	1,50	0,49	7,44
33—46	30,76	»	0,639	2,25	12,49	5,00	2,46	7,92
46—53	8,36	»	0,508	0,55	3,12	2,50	0,32	1,36
53—120	6,38	»	0,557	0,55	2,08	1,50	0,65	1,04
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—6	100	Нет	0,89	14,24	34,86	16,09	7,94	25,98
6—14	100	»	1,29	5,22	43,49	19,72	9,54	20,74
14—23	100	»	1,22	21,90	26,88	9,85	7,20	32,95
23—33	100	»	3,82	11,93	34,25	7,95	2,60	39,45
33—46	100	»	2,08	7,32	40,59	16,26	8,00	25,75
46—53	100	»	6,08	6,58	39,33	29,9	3,82	16,27
53—120	100	»	8,77	8,62	32,61	23,51	10,19	16,31

В сравнении с предыдущими разрезами заметно снизилось (относительно и абсолютно, до 10 раз) содержание магния. Примерно в таких же размерах уменьшилось количество хлора. Натрия уменьшилось лишь в пять-шесть раз, SO_4 в два с половиной-три раза, кальция примерно в два раза. В силу этого кальций значительно преобладает над магнием по всему профилю. Сравнение это имеет несколько условный характер. Но поскольку исходный состав солей в почвах маршей соответствует составу солей в морской воде, мы, вероятно, не сделаем ошибки, принимая указанный порядок скоростей удаления солей из почв естественным путем, при относительно близких грунтовых водах.

Рассмотрим характер остаточного засоления целинной почвы более старого марша, развитой на двучленном наносе (разр. 8).

Разрез сделан среди почти сомкнутого покрова полыни Шовитца. Под ее пологом со средним обилием отмечены *Caucalis dancoides*, костер, зерна, плевел, а затем единично тонконог, коленница (*Aegilops cylindrica*).

Внешнее строение профиля почвы следующее:

А 0—3 см	Светлосерый, плитчато-комковатый, имеет слабые признаки оподзоления, уплотнен.
B_1 3—11 см	Буро-светлосерый, комковато-призмовидный, очень плотный, средний суглинок. Встречены створки современных каспийских моллюсков.
B_2 11—33 см	Серая мелкоструктурная глина с слабым небольшим гумусовым прокрашиванием. В нижней части горизонта имеются выделения гипса, плотный.
33— 40 см	Переходный супесчаный слой.
40—147 см	Зеленовато-серый морской песок, неотчетливо слоистый. До глубины 59 см встречаются отдельные точечные скопления гипса, ржавые пятна.
147—170 см	Серо-бурый заиленный песок.
170—200 см	Синевато-серая, среднепесчанистая супесь, в результате оглеенности она приобрела пластичность.

О размерах засоления почвы можно судить по приводимым в табл. 10 анализам водных вытяжек.

Таблица 10

Данные анализа водных вытяжек из образцов остаточно-засоленной почвы на бывшем глинистом марше. Разр. 8

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность		Cl′	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot} + K^{\cdot}$ по разности
		CO_3''	HCO_3'					
В % на абсолютно-сухую почву								
0—3	0,67	Нет	0,031	0,214	0,136	0,089	0,041	0,03
3—11	0,60	»	0,029	0,196	0,123	0,079	0,041	0,027
11—33	1,45	»	0,034	0,214	0,745	0,198	0,103	0,087
34—59	1,43	»	0,024	0,206	0,892	0,249	0,042	0,20
59—147	0,20	»	0,037	0,060	0,049	0,008	0,004	0,058
147—170	0,40	»	0,029	0,172	0,112	0,012	0,015	0,13
170—220	1,11	»	0,037	0,549	0,224	0,020	0,038	0,38
В миллиэквивалентах								
0—3	18,76	Нет	0,51	6,03	2,83	4,47	3,40	1,51
3—11	17,12	»	0,47	5,53	2,56	3,97	3,40	1,19
11—33	44,22	»	0,56	6,03	15,52	9,90	8,44	3,77
34—59	49,56	»	0,38	5,81	18,58	12,45	3,44	8,89
59—147	6,60	»	0,60	1,68	1,02	0,40	0,36	2,54
147—170	15,30	»	0,47	4,85	2,33	0,60	1,23	5,82
170—220	41,50	»	0,60	15,48	4,67	0,99	3,11	16,65
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—3	100	Нет	2,75	32,17	15,08	23,83	18,12	8,05
3—11	100	»	2,76	32,29	14,95	23,19	19,85	6,96
11—33	100	»	1,26	13,63	35,11	22,38	19,08	8,54
34—59	100	»	0,78	11,72	37,48	25,12	6,94	17,94
59—147	100	»	9,12	25,43	15,45	6,00	5,45	38,55
147—170	100	»	3,08	31,69	15,23	3,89	8,04	38,07
170—220	100	»	1,45	37,30	11,25	2,39	7,49	40,12

На этих почвах при благоприятных погодных условиях удаются богарные посевы ячменя.

Было также установлено, что земли более старых маршевых террас местами используются под орошаемые культуры; их даже предпочитают другим участкам в районах значительного естественного или вторичного засоления, что объясняется лучшими условиями промывок при наличии подстилающих песков.

Разр. 9 характеризует почву, давно используемую под поливную культуру хлопчатника. Заложен он на сравнительно древней, освобожденной от моря поверхности, на приморской равнине. Вполне уверенно утверждать, что она маршевого происхождения, нельзя. Общим с почвами маршей у нее является двучленный состав наносов с остатками в нижних опесчаненных слоях морской фауны, резкий переход к ним от вышележащего суглинистого слоя, некоторые черты устройства поверхности. Слой суглинистого осадка, наращенный ирригационными наносами, достигал в почве 116 см. Несмотря на некоторую опресненность верхних слоев (табл. 11), общая тенденция к известной концентрации солей в глинистых слоях наблюдается и в этом случае. Нижние супесчаные слои менее засолены.

Интересен состав солей по профилю почвы. В самом верхнем, наименее засоленном горизонте преобладает бикарбонат кальция, отчасти $MgSO_4$ и $MgCl_2$. Во втором горизонте (10—25 см) появляются небольшие количества $NaHCO_3$. В следующих книзу слоях (до 73 см от поверхности) присутствует Na_2SO_4, преобладающий над эквивалентным количеством кальция и магния. На глубине 73—93 см и 93—116 см первое место среди солей принадлежит гипсу. Количество хлора по всему профилю небольшое. Он в значительной части удален из почвы.

В отличие от более молодых почв основное значение здесь имеют сернокислые, а не хлористые соли. Солей магния и абсолютно и относительно очень немного.

В целом по химизму тип засоления может быть назван хлоридно-сульфатным, магниево-натриево-кальциевым.

Легкорастворимые соли в почве при таком типе засоления не препятствуют нормальному развитию средневолокнистого хлопчатника, высеянного на участке с разр. 9.

Поскольку почвы старых маршей с двучленным составом осадков используются иногда под орошаемые культуры, в частности под хлопчатник, целесообразно расценить приморские солончаки и возникающие из них почвы под углом зрения возможности использования их в орошаемом земледелии при соответствующих мелиорациях. Мы уже отмечали, что почвы бывших маршей легче промываются. Промывка их облегчается еще и тем, что ровная горизонтальная поверхность маршей позволяет распределять промывные (и поливные) воды равномерным слоем. В силу этого отпадает необходимость в трудоемких и дорогостоящих планировочных работах.

Наличие песчаных подпочв, обычно в виде сплошного горизонта, простирающегося вплоть до современного берега, позволяет вести промывку почв с оттоком части промывных вод в сторону моря.

Маршевые поверхности и их почвы имеют и свои неблагоприятные особенности. Недостаточная иногда мощность глинистого слоя и связанная с этим низкая влагоемкость почв вызывают необходимость более частых поливов. Наличие песков не позволяет проводить углубленную ирригационную сеть ввиду возможных больших потерь на фильтрацию. При необходимости сооружения дренажной сети строительство

Таблица 11

Данные анализа водных вытяжек из образцов орошаемой почвы на бывшем марше. Разр. 9

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток (сумма м-экв)	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$ по разности
В % на абсолютно-сухую почву								
0—10	0,1160	Нет	0,0471	0,0139	0,0143	0,0187	0,0068	—
10—25	0,1620	»	0,0576	0,0139	0,0424	0,0104	0,0056	0,0283
25—63	0,3400	»	0,0471	0,0278	0,1596	0,0166	0,0100	0,0741
63—73	0,4160	»	0,0393	0,0348	0,2057	0,0208	0,0124	0,0833
73—93	1,8940	»	0,0288	0,0626	1,1396	0,2496	0,0546	0,2077
93—116	1,4940	»	0,0288	0,0487	0,9544	0,1934	0,0452	0,1926
116—170	0,5000	»	0,0288	0,0418	0,2653	0,0291	0,0131	0,1072
170—220	0,7200	»	0,0366	0,1392	0,3106	0,0437	0,0188	0,1674
В миллиэквивалентах								
0—10	2,95	Нет	0,77	0,39	0,30	0,93	0,56	—
11—25	4,42	»	0,94	0,39	0,88	0,52	0,46	1,23
25—63	9,74	»	0,77	0,78	3,32	0,83	0,82	3,22
63—73	11,80	»	0,64	0,98	4,28	1,04	1,02	3,84
73—93	51,96	»	0,47	1,77	23,74	12,48	4,47	9,03
93—116	43,44	»	0,47	1,37	19,88	9,67	3,70	8,35
116—170	14,36	»	0,47	1,18	5,53	1,45	1,07	4,66
170—220	22,00	»	0,60	3,93	6,47	2,18	1,54	7,28
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—10	100	Нет	26,10	13,22	10,17	31,53	18,98	—
10—25	100	»	21,27	18,82	19,91	11,76	10,41	27,83
25—63	100	»	7,91	8,01	34,08	8,52	8,42	33,06
63—73	100	»	5,42	8,31	36,27	8,81	8,64	32,54
73—93	100	»	0,90	3,41	45,69	24,02	8,60	17,38
93—116	100	»	1,08	3,15	45,77	22,26	8,52	19,22
116—170	100	»	3,27	8,22	38,51	10,10	7,45	32,45
170—200	100	»	2,73	17,86	29,41	9,91	7,00	33,09

ее встретится с трудно преодолимой плывучестью, свойственной маршевым пескам.

Не вполне еще ясно, как лучше использовать в сельском хозяйстве бывшие песчаные марши, обычно отводимые под выпасы. Повышенная естественная продуктивность их почв после опреснения и более длительная вегетация дикой растительности делают такие участки в условиях полупустыни весьма ценными для скотоводов. Но при этом есть опасность разрушения их при неумеренных выпасах.

В некоторых более благоприятных случаях на бывших песчаных маршах, а также на дюнно-грядовых песках можно было бы создавать

древесные насаждения. Отсутствие древесной растительности на приморских песках в рассматриваемой зоне объясняется молодостью участков — нет хороших условий обсеменения, плохая, при уничтожении скотом, приживаемость растений. Но даже при этих неблагоприятных условиях в отдельных районах на приморских, главным образом дюнных, песках западного побережья Каспия замечено поселение некоторых древесных видов (особой приживаемостью отличается лох — *Eleagnus angustifolia*).

Приведенные нами материалы не исчерпывают многих случаев современного приморского засоления. Дальнейшие исследования в этом направлении помогут выявить новые возможности освоения засоленных почв в районах прикаспийских низменностей.

ВЫВОДЫ

1. При определенных условиях морские солевые аккумуляции могут участвовать в процессах соленакопления на суше и вести к образованию своеобразной группы солончаков.

Когда эти процессы проявляются у берегов водоемов, испытывающих длительно идущее сокращение, они могут привести к накоплению легкорастворимых солей на достаточно обширных пространствах, освобождаемых морем.

2. В рассмотренных нами почвах во всех случаях максимальное соленакопление было свойственно преимущественно ранним солончаковым стадиям их развития, когда маршевая поверхность непосредственно примыкала к питающему ее грунтовые воды морскому бассейну. С удалением от моря и уменьшением, в связи с этим, размеров питания грунтовых вод интенсивность соленакопления снижается, сменяясь частичным рассолением почв.

3. Состав солей в приморских солончаках в существенных чертах является вначале аналогичным составу их в морской воде. Прежде всего в почвах накапливается хлористый натрий и $MgSO_4$, в меньшей мере $CaSO_4$. Тип засоления в этом случае сульфатно-хлоридный, кальциево-магниево-натриевый. Но в некоторых очень ранних стадиях, когда еще продолжается накопление хлористого натрия, затем $NaSO_4$, $CaSO_4$, количество магния начинает снижаться — он, повидимому, удаляется из почвы в виде хлористой соли.

4. Развитие почв на маршах ведет к тому, что преобладающее вначале хлоридное засоление постепенно сменяется хлоридно-сульфатным. Следовательно, случаи устойчивого хлоридного засоления не обязательно связаны с морскими источниками засоления.

В процессе изменения химизма приморских солончаков в них накапливается соль Na_2SO_4. Когда процесс сезонного обессоливания верхних горизонтов начнет преобладать над их сезонным засолением, преобладающий хлор-магниево-натриевый тип засоления сменяется на сульфатно-натриевый и сульфатно-кальциево-натриевый.

Полного удаления хлоридов при исходном преобладании хлоридного засоления с замещением их сульфатами в рассмотренных случаях не получалось.

5. Бывшие приморские солончаки на старых маршах после их частичного естественного рассоления пригодны к культуре, в том числе в орошаемом земледелии. Их мелиорация и освоение имеют свои специфические особенности.

ЛИТЕРАТУРА

Бейдеман И. Н. Роль растительного покрова в водносолевом режиме почв. «Почвоведение», № 7, 1949.
Вильямс В. Р. Почвоведение. Избр. соч. (в двух томах). Сельхозгиз, М., 1949.
Герасимов И. П. Почвы Прикаспийской низменности. Почвы СССР, т. III. Изд. АН СССР, М.—Л., 1939.
Иванова Е. Н. Генезис и эволюция засоленных почв в связи с географической средой. Почвы СССР, т. I. Изд. АН СССР, М.—Л., 1939.
Ковда В. А. Солончаки и солонцы. Изд. АН СССР, М.—Л., 1937.
Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Изд. АН СССР, т. I, 1946; т. II, 1947.
Ковда В. А. Спорные и бесспорные вопросы почвоведения. «Почвоведение», № 2, 1950.
Коссович П. С. О круговороте серы и хлора на земном шаре и о значении этого процесса в природе, почве и в культуре сельскохозяйственных растений. «Журн. опытн. агрономии», СПб., 1913.
Щукин И. С. Общая морфология суши, т. II, ОНТИ, М., 1938.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

А. Т. МОРОЗОВ и И. А. ВЕРНИКОВСКАЯ

КАПИЛЛЯРНОЕ ПОДНЯТИЕ ВОДЫ И СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ В ОПЫТАХ НА МОНОЛИТАХ

Капиллярным явлениям в почвогрунтах принадлежит ведущая роль в увлажнении почвенной толщи за счет грунтовых вод, в последующем передвижении влаги по почве к зонам испарения, в подведении воды по почвенным слоям к деятельным корням растений, поглощающим почвенную влагу и направляющим ее на транспирацию.

При разработке мелиорации засоленных почв важно учитывать, что с капиллярными передвижениями растворов, питаемых из грунтовых вод, происходит подъем солей в верхние слои почв. Так идет накопление их в засоленных почвах и солончаках. Капиллярное передвижение почвенных растворов не только перемещает соли и воду из грунтовых вод в толщу почвы. Иногда возможно опускание воды по капиллярам (капиллярный сброс), приводящее к уменьшению засоления почвы и к переносу солей из почвы в грунтовые воды. В итоге следующих друг за другом восходящих и нисходящих передвижений растворов, а также развивающихся при этом переходов солей из жидкой фазы в твердую или обратно формируется профиль засоления. В его изменениях большое значение принадлежит растениям, выпадающим осадкам, поливам, испарению почвой и т. д.

Если по типу профилей засоления можно было заключать (Полынов, 1933) о характере и направлении процессов, перемещавших воду и соли по почвенному профилю, то непосредственное изучение этих процессов позволит точнее подойти к задачам регулирования засоления — рассоления, к задачам по управлению при помощи мелиоративных мер типом профилей распределения солей.

Преследуя эти цели, авторами исследовались капиллярные явления на монолитах почвы, взятых из районов, обследованных Кура-Араксинской экспедицией Почвенного института АН СССР. Опыты производились в лаборатории кафедры почвоведения Московского института инженеров водного хозяйства им. В. Р. Вильямса.

На монолитах можно воспроизводить схемы природных явлений с известным приближением к действительности и точнее, чем при помощи опытов над почвами с нарушенной структурой. Но для этого необходимо пользоваться соответственной методикой. В основных чертах она была в свое время разработана Гетмановым, Астаповым, Морозовым. Последний разработал методику учета линейной скорости передвижения растворов (а тем самым и солей) в виде капиллярной воды, перемещающейся под влиянием испарения. Обычно скорость подъема воды от грунтовых

вод к поверхности почвы в опытах с монолитами измерялась при помощи наблюдения за смачиванием почвы и ее потемнением (Качинский).

В излагаемых ниже опытах чередование поднятий пресных и соленых вод происходило по сильно увлажненной колонке почвы, поэтому визуальное наблюдение было невозможно. В этих случаях скорость передвижения вверх капиллярных токов, несущих соли, устанавливалась путем измерения электропроводности. Измерения характеризовали объемы почвы толщиной 2—3 см, прилегающие к гребенчатым электродам конструкции Морозова, введенным в колонку почвы по различным генетическим горизонтам. Удавалось проследить, что происходило в этих объемах в моменты начала изменений электропроводности, в моменты наибольшей скорости изменений и в моменты, когда достигались наибольшие изменения по сравнению с исходными величинами электропроводности.

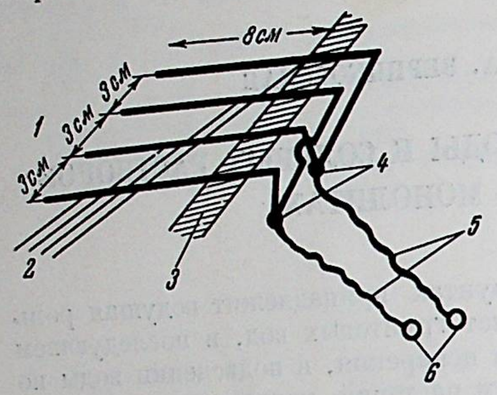


Рис. 1. Схема расположения электродов.

1 — почва; *2* — введенные в нее алюминиевые электроды; *3* — слой изолирующей смолы; *4* — попарные соединения электродов (пайка или расклепывание); *5* — медные провода; *6* — клеммы для присоединения к источнику переменного тока и измерительному прибору.

Электроды представляли собой четыре 2—4-миллиметровых аллюминиевых провода, введенных так, что они плотно соприкасались с почвой. Их длина 8 см при расстоянии между проводами в почве в 3 см. Схема их заложения в почву показана на рис. 1.

Для измерения электропроводности пользовались мостиком сопротивлений, применялся переменный ток звуковой частоты. Измеряя электропроводность, мы следили за изменениями влажности почвы и концентрации солей в почвенном растворе.

Располагая уже разработанной методикой, нам удалось в настоящих опытах проследить за передвижениями по почве поданных снизу (с глубины одного метра) минерализованных вод, а также установить скорость их передвижения. Грунтовые воды для опытов были взяты непосредственно в поле, в районах засоления, или составлялись искусственно, подбором составов солей, соответствовавших некоторым из встреченных на месте и охарактеризованных анализами. Чтобы иметь возможность сравнивать описываемые опыты с ранее проведенными, в монолиты некоторое время подавалась дистиллированная вода. Лишь потом переходили к подаче минерализованных вод.

В целях лучшего приближения к схемам природных явлений в течение некоторого срока создавались условия усиленного испарения влаги с поверхности почвы монолитов. Для этого поверхность площадью в 225 см² подвергалась обогреванию помещенной на высоте 5—10 см электролампой в 100 ватт, нагревавшей поверхность почвы максимум до 40—45°. Испарение усиливалось периодическим обдуванием настольным вентилятором, установленным на уровне поверхности почвы. Усиленное испарение поддерживалось 7—8 час. в течение суток.

Монолиты были смонтированы в деревянных ящиках. Почва отделялась от боковых стенок ящика слоем водонепроницаемой смолы (2—3 см). В нижней части ящика устраивалась воронка, изнутри покрытая смолой и заполненная гравием. На гравий опирался нижний конец монолита. В течение опытов капиллярного увлажнения почвы в нижней воронке

все время поддерживался уровень воды наравне с нижней поверхностью монолита. Для этого в воронку непрерывно подавалась вода или растворы из мерного цилиндра, оборудованного в виде сосуда Марриота. Количество воды, поступавшей в почву, определялось по убыли воды в мерном цилиндре. Постоянный напор воды в последнем, совпадающий с уровнем воды в нижней воронке, поддерживался стеклянной трубкой, проходившей через каучуковую пробку, плотно закрывавшую мерный цилиндр сверху. На уровне нижнего конца стеклянной трубки автоматически сохранялось атмосферное давление. На этом же уровне, совмещенном с нижним концом монолита, находился уровень воды в нижней воронке. Схема установки видна на рис. 2.

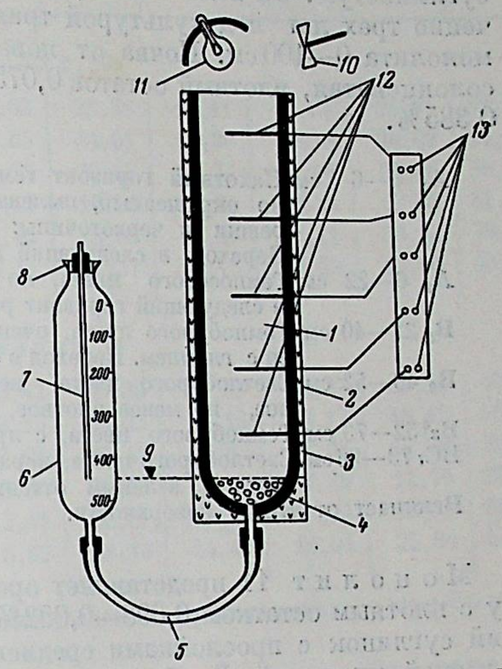


Рис. 2. Схема установки в опыте на монолитах.

1 — почвенный монолит; *2* — деревянный ящик; *3* — смола, отделяющая почву от стенок ящика; *4* — гравий в нижней воронке; *5* — соединительная трубка; *6* — мерный цилиндр с делениями; *7* — стеклянная трубка; *8* — каучуковая пробка, закрывающая мерный цилиндр; *9* — уровень воды в стеклянной трубке и в нижней воронке, он же уровень грунтовой воды в монолите; *10* — вентилятор; *11* — электрическая лампа; *12* — один из четырех электродов, показанный для пяти горизонтов монолита; *13* — клеммы для приключения к электродам измерительного прибора.

В начале капиллярного насыщения почвы и при усиленном испарении воды с поверхности почвы подача воды (раствора) в монолит происходила быстрее. Когда испарение прекратилось, а монолит почти насытился водой, подача сильно замедлилась.

Учет подачи воды (в м³/га) производился следующим образом. Убыль объема воды в мерном цилиндре отсчитывалась вначале через 10 мин.—1 час, затем, по мере замедления подачи воды, число отсчетов в сутки уменьшалось до трех, двух и одного. По отдельным отсчетам подачи воды Q, произведенным за каждый учетный промежуток времени, вычислялись нарастающие суммы ΣQ подачи от начала опытов ко всему периоду опытов. Сумма подачи (в см³) делилась на площадь сечения монолита S (в см²). Так получался итоговый слой воды $h = \frac{\Sigma Q}{S}$, вошедшей в почву (в см). От слоя воды в сантиметрах легко перейти к размерности в куб. метрах на 1 га: $m = \frac{\Sigma Q}{S} \cdot 100$. Имея значения m, строили кривую, показывавшую нарастание $m = f(t)$ в течение опыта. Оно происходило с постепенным замедлением. Отсчитывая с кривой приросты Δm за каждые сутки, получали суточный расход капиллярной подачи v (в м³/сутки). Иногда отсчеты Δm (и вычисления v) производились чаще — за $\Delta t = 0{,}5$—1—2 час. Вычисляя $v = \frac{\Delta m}{\Delta t}$ и строя график $v = \varphi(t)$, получали более детальную кривую изменения скорости подачи в течение опыта. Размерность v всегда бралась в куб. метрах за сутки на 1 га.

Опыты по передвижению воды и растворов, соответствующих грунтовым водам, были поставлены на двух монолитах, взятых в Муганской

степи. По принятой нумерации монолиты числились за № 10 и 11. Они представили почвы, освоенные под орошение и частично оструктуренные под влиянием трехгодичной культуры травосмесей. Приводим характеристики монолитов.

Монолит 10 представляет орошаемую луговую, сильно солонцеватую остаточно-солончаковатую почву, по механическому составу тяжелосуглинистую. Он взят с поля, давно рассоленного, находившегося в течение трех лет под культурой трав (люцерны и ежи). Глубина взятия монолита 0—100 см. Почва от поверхности до 52 см незасоленная, солонцеватая, плотный остаток 0,075—0,124%, а с 52 см плотный остаток 0,385%.

A_1 0—6 см Пахотный горизонт темносерого цвета с бурым оттенком, равномерно окрашенный, пылевато-комковатой структуры; встречаются корешки и червоточины; почва мелкопористая, средней плотности. Переход в следующий горизонт заметный.

A_2 6—22 см Темносерого цвета, но светлее верхнего, уплотненный. Переход в следующий горизонт резкий.

B_1 22—40 см Темнобурого цвета, очень плотный, ломается призмами, зачищается с глянцем. Переход в следующий горизонт заметный.

B_2 40—52 см Светлобурого цвета, неравномерно окрашенный; сложение плотное, но менее плотное, чем в предыдущем слое.

B_3 52—73 см Темнобурого цвета, с ярко бурыми пятнами, оглеенный.

BC_1 73—96 см Светлобурого цвета, неравномерно окрашенный, с пятнами бурого цвета с зеленым оттенком.

Вскипает от HCl с поверхности.

Монолит 11 представляет орошаемую аллювиально-луговую почву с плотным остатком 0,098—0,082%. По механическому составу — легкий суглинок с прослойками среднего суглинка. Взят с поля, занятого 4-летней люцерной. Глубина взятия 0—100 см.

Вскипает от HCl с поверхности.

A_1 0—10 см Темносерого цвета во влажном состоянии, довольно плотный, бесструктурный, корешки встречаются редко; ясной границы перехода в следующий горизонт нет.

A_2 10—22 см Светлосерого цвета, менее плотный, бесструктурный, корешки встречаются редко. Переход в следующий горизонт заметный.

B_1 22—38 см Светлобурого цвета. Неравномерно окрашенный, пятна ярко-бурых вкраплений. Переход в следующий горизонт заметный.

B_2 38—55 см Темносерый с бурыми и светлосерыми прожилками. Переход в следующий горизонт заметный.

BC_1 70—96 см Темнобурого цвета, неравномерно окрашенный, прожилки ярко-бурого цвета.

Полученная в опытах динамика капиллярных свойств характерна для данного состояния почв, их механического состава, структуры и т. д. Эти свойства были по возможности детально изучены. Пользуясь табл. 1 и 2, полученные нами характеристики можно распространять на подходящие по свойствам почвы. Мы видим, что монолит 10 более оструктуренный, а по механическому составу более тяжелый. Из данных по микроагрегатным составам выводим заключение, что наибольшая оструктуренность приурочивается к горизонту 6—22 см, где лучше всего проявилось влияние корневых систем ежи. Однако показательно преобладание в микроагрегатном составе фракций 0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм. Специально определявшаяся водоустойчивость структуры для верхних горизонтов почвы, как видно из табл. 3, подтвердила данные микроагрегатных анализов.

Таблица 1

Механический состав по методу пипетки с обработкой почвы HCl в % на абсолютно-сухую почву

Глубина, см	Влажность, %	Потери при обработке HCl	Размеры фракций в мм						
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01
Монолит 10									
0—6	4,55	20,56	0,09	18,62	28,68	11,11	15,69	25,81	52,61
6—22	4,50	21,37	0,16	11,65	34,01	12,98	15,18	26,02	54,18
22—40	6,12	19,82	0,08	9,55	30,48	8,74	25,19	25,96	59,89
40—52	6,63	23,78	0,01	2,11	16,25	17,31	22,24	42,08	81,63
52—73	7,69	24,40	0,08	1,95	18,83	16,51	31,71	30,92	79,14
73—96	5,18	22,92	0,02	4,51	41,57	10,15	18,59	25,06	53,80
Монолит 11									
0—10	3,32	21,07	0,33	15,42	43,36	8,03	12,27	20,59	40,89
10—22	3,72	10,01	0,12	22,15	42,33	9,13	8,17	18,10	35,40
22—38	3,07	20,21	0,33	24,02	36,45	10,62	11,08	17,50	39,20
38—55	2,35	18,47	0,02	45,84	27,13	6,36	7,89	12,76	27,01
55—70	4,54	21,81	0,05	12,41	32,21	12,73	19,25	23,35	55,33
70—96	4,70	21,39	0,20	6,52	39,13	14,47	14,04	25,64	54,15

Примечание. Потери от обработки разнесены пропорционально весу фракций

Таблица 2

Микроагрегатный состав по методу пипетки с отмывкой почвы от хлора. Фракции даны в % на абсолютно-сухую почву

Глубина, см	Размеры фракций, мм								
	5	5—3	3—1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
Монолит 10									
0—6	Нет	0,62	1,13	4,64	58,31	28,02	3,05	2,98	1,25
6—22	»	21,90	1,53	8,33	42,94	15,05	6,69	1,67	1,84
22—40	0,42	4,62	3,34	14,13	56,56	17,62	1,78	0,34	1,19
40—52	Нет	0,31	3,41	17,60	50,48	20,82	3,16	3,62	0,60
52—73	»	0,20	1,74	12,86	57,37	20,85	4,22	1,47	1,29
73—96	»	0,32	0,43	2,88	39,96	53,41	0,06	2,65	0,29
Монолит 11									
0—10	Нет	0,35	1,91	7,20	52,60	32,73	1,66	2,64	0,91
10—22	»	Нет	0,76	4,19	58,77	32,10	1,36	2,16	0,66
22—38	»	»	1,09	3,55	51,91	40,19	1,65	0,91	0,70
38—55	»	»	0,06	0,38	80,65	15,48	1,02	1,76	0,65
55—70	»	»	1,08	3,05	45,57	40,89	6,53	2,09	0,79
70—96	»	»	8,31	3,69	21,37	59,01	3,89	3,10	0,63

Таблица 3

Структурный состав, определенный по методу Саввинова (в % на абсолютно-сухую почву)

Монолит	Глубина, см	Диаметр комков, мм: 10	10—5	5—3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	<0,25
		До воздействия воды							
10	0—6	15,00	35,90	15,40	9,10	7,10	7,30	4,40	5,80
	6—22	6,22	18,60	12,43	10,10	11,62	13,73	10,75	16,55
		После воздействия воды							
	0—6	0	0	1,72	1,88	4,82	6,38	14,40	70,80
	6—22	0	0	0,48	1,08	2,80	6,60	18,44	70,60
		До воздействия воды							
11	0—10	0	6,90	19,40	26,90	32,50	7,50	2,90	3,90
	10—22	0	8,13	18,92	23,00	22,07	12,27	3,23	12,38
		После воздействия воды							
	0—10	0	0	1,02		4,00	4,74	13,10	77,14
	10—22	0	0	1,46	1,60	4,24	5,86	11,94	74,90

Таким образом, из анализа структурности выявилась несколько большая агрегированность почвы, происшедшая, повидимому, под влиянием культуры злаковых трав. Основанием к этому заключению служит повышенный процент комков в монолите 10 и преимущественная приуроченность комковатости в нем к самому верхнему слою, где встречено больше всего остатков корневых систем ежи.

Однако повышенная солонцеватость определила малую водопрочность комков, хотя можно отметить, что при большей солонцеватости монолита 10 процент частиц $< 0{,}25$ мм после воздействия воды в нем несколько меньше, чем в монолите 11.

Все фракции структурных отдельностей 10—0,5 мм не обладали прочностью, при воздействии воды большинство комков распадалось на частицы $< 0{,}25$ мм.

Из табл. 3 видно, что прочных структурных отдельностей крупнее 5 мм в почве нет; комков крупнее 3 мм в верхнем горизонте 0—6 см монолита 10 было до воздействия воды 66,3%, а в слое 0—10 см монолита 11—26,3%. Но эти структурные отдельности также не обладали прочностью и при воздействии воды распадались на более мелкие фракции. Поэтому после обработки водой содержание частиц $<0{,}25$ мм резко увеличивалось. У монолита 11 оно возросло больше (до 77—74%), чем у монолита 10 (71—70%). Характеристики некоторых физических свойств почвы монолитов и химического состава воднорастворимых солей до опыта приводятся в табл. 4 и 5.

Как видно из табл. 5, остаточная солончаковатость монолита 10 отмечена по водным вытяжкам для горизонтов на 52—73 и 73—96 см. Она

Таблица 4

Некоторые физические свойства почв

Глубина, см	Уд. вес	Объем. вес, г/см³	Скважность, % от объема	Максим. молек. влагоемкость в % к весу абс.-сухой почвы	Максим. гигроскопичность в % к весу абс.-сухой почвы	Отношение макс. молек. влагоемк. к макс. гигроскопичности
	Монолит 10					
0—6	2,61	1,18	58,1	19,99	7,69	2,59
6—22	2,79	1,19	57,4	21,11	8,00	2,63
22—40	2,83	1,20	57,6	25,42	9,86	2,57
40—52	2,86	1,16	59,5	26,84	10,44	2,57
52—73	2,84	1,15	59,6	26,04	12,49	2,08
73—96	2,86	1,15	59,8	21,36	8,61	2,77
	Монолит 11					
0—10	2,47	1,25	54,9	16,29	5,27	3,09
10—22	2,80	1,28	54,3	16,22	4,81	3,37
22—38	2,79	1,30	53,5	14,84	4,98	2,99
38—55	2,80	1,34	52,2	9,81	2,63	3,73
55—70	2,84	1,30	54,24	20,01	6,17	3,19
70—96	2,83	1,30	54,19	21,46	6,06	3,54

выразилась в повышенном содержании ионов хлора и SO_4. В этих же горизонтах найдена щелочность от нормальных карбонатов, чем подтверждается солонцеватость монолита 10. В монолите 11 найдено пониженное содержание солей хлора. Характеристика содержания карбонатов, валового SO_4 (по солянокислой вытяжке) и гумуса (по методу Тюрина) дается в табл. 6.

Отмечается загипсованность монолита 10 в горизонтах остаточного засоления. Это указывает на преимущественный вынос более растворимых, чем $CaSO_4$, солей в ходе процессов рассоления.

Слабее загипсованность монолита 11, что соответствует более полному опреснению почвы. В тех горизонтах, где найдено повышенное содержание SO_4 по солянокислой вытяжке, отмечается повышенное количество SO_4 в водной вытяжке.

Наличие гипса в почве повлекло усиленное вытеснение натрия из поглощенного состояния при производстве водной вытяжки. Поэтому в водной вытяжке (табл. 5) содержание натрия в процентах от суммы миллиэквивалентов получилось наибольшим там, где было найдено наибольшее количество валового SO_4.

Данные определений емкости поглощения и состава поглощенных оснований приведены в табл. 7.

В соответствии с более тяжелым механическим составом для монолита 10 отмечается повышенная емкость поглощения. Особенно велико процентное содержание поглощенного натрия, но оно, возможно, несколько завышено из-за воднорастворимых солей натрия, не удаленных из почвы перед определением поглощенного натрия. Приведенные величины поглощенных катионов по своей сумме не совпали с емкостью поглощения.

Таблица 5

Данные водных вытяжек из почвы, взятой для опыта

Глубина, см	Плотный остаток	Щелочн. от норм. карбон.	Общая щелочность	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na (по разности)
Монолит 10								
В % на абсолютно-сухую почву								
0—6	0,075	Нет	0,066	0,002	Следы	0,011	0,006	0,002
6—22	0,096	»	0,067	0,002	»	0,011	0,005	0,004
22—40	0,150	»	0,087	0,002	0,027	0,112	0,016	0,025
40—52	0,124	»	0,066	0,006	0,034	0,010	0,014	0,007
52—73	0,385	Следы	0,068	0,009	0,155	0,011	0,019	0,057
73—96	0,230	0,010	0,082	0,005	0,095	0,004	0,003	0,060
В миллиэквивалентах								
0—6	—	Нет	1,08	0,06	Следы	0,55	0,49	0,10
6—22	—	»	1,10	0,06	»	0,55	0,41	0,20
22—40	—	»	1,43	0,06	0,56	0,60	1,32	0,13
40—52	—	»	1,08	0,17	0,71	0,50	1,15	0,31
52—73	—	Следы	1,12	0,25	3,23	0,55	1,56	2,49
73—96	—	0,33	1,34	0,14	1,98	0,20	0,25	3,01
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—6	—	—	47,37	2,63	Следы	24,12	21,49	4,39
6—22	—	—	47,41	2,39	»	23,71	17,67	8,82
22—40	—	—	34,88	1,46	13,66	14,63	32,20	3,17
40—52	—	—	27,55	4,34	18,11	12,76	29,34	7,90
52—73	—	—	12,17	2,72	35,11	5,98	19,96	27,06
73—96	—	—	19,36	2,02	28,62	2,89	3,61	43,50
Монолит 11								
В % на абсолютно-сухую почву								
0—10	0,098	Нет	0,066	0,003	Следы	0,011	0,004	0,008
10—22	0,054	Следы	0,033	0,002	»	0,010	Следы	0,002
22—38	0,045	»	0,040	0,002	»	0,007	»	0,003
38—55	0,064	Нет	0,036	0,002	»	0,006	»	0,003
55—70	0,065	»	0,040	0,002	»	0,007	»	0,003
70—96	0,082	»	0,046	0,002	0,014	0,007	»	0,017
В миллиэквивалентах								
0—10	—	Нет	1,08	0,08	Следы	0,55	0,32	0,29
10—22	—	Следы	0,54	0,06	»	0,50	Следы	0,10
22—38	—	»	0,66	0,06	»	0,35	»	0,37
38—55	—	Нет	0,59	0,06	»	0,30	»	0,33
55—70	—	»	0,66	0,06	»	0,35	»	0,37
70—96	—	»	0,75	0,06	0,29	0,35	»	0,75
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—10	—	—	46,55	3,45	—	23,71	13,79	12,50
10—22	—	—	45,00	5,00	—	41,67	—	8,33
22—38	—	—	45,82	4,18	—	24,31	—	25,69
38—55	—	—	45,38	4,62	—	23,08	—	26,92
55—70	—	—	45,83	4,17	—	24,31	—	25,69
70—96	—	—	34,09	2,73	13,18	15,91	—	34,09

Таблица 6

Содержание карбонатов, SO_4 и гумуса

Глубина, см	SO_4		CO_2	Гумус
	в % на абс.-сухую почву	м-экв	в % на абс.-сухую почву	
Монолит 10				
0—6	0,056	1,16	—	2,08
6—22	0,081	1,68	1,50	2,98
22—40	0,091	1,89	1,50	—
40—52	0,104	2,16	2,73	—
52—73	0,108	3,94	2,46	—
73—96	0,106	2,20	2,11	—
Монолит 11				
0—10	0,009	0,18	2,73	0,92
10—22	0,042	0,87	2,29	0,72
22—38	0,088	1,83	1,32	—
38—55	0,090	1,87	1,23	—
55—70	0,035	0,72	1,94	—
70—96	0,074	1,54	2,20	—

Таблица 7

Емкость поглощения и состав поглощенных оснований

Глубина, см	Емкость поглощения, по методу Бобко-Аскинази, м-экв	Поглощенные основания, по методу Шмука, м-экв		Поглощ. Na, по Гедройцу, м-экв	Na, % от емкости
		Ca	Mg		
Монолит 10					
0—6	26,22	17,06	2,63	5,86	22,34
6—22	26,00	16,16	2,23	6,04	23,23
22—40	26,57	9,48	4,60	8,47	31,87
40—52	29,40	14,17	5,49	7,95	27,04
52—73	33,46	15,16	5,42	10,04	30,00
73—96	34,87	13,37	6,33	7,95	22,79
Монолит 11					
0—10	13,92	3,89	5,42	0,82	5,88
10—22	11,92	5,78	4,79	1,26	10,57
22—38	13,61	7,78	5,42	1,47	10,06
38—55	20,02	11,57	6,49	1,47	7,38
55—70	22,58	13,17	6,57	1,26	5,58
70—96	24,69	17,76	2,71	2,08	8,42

Таблица 8

Измерения электропроводности в обратных омах в монолите 10 по мере увлажнения горизонтов почвы путем восходящих капиллярных токов

Дата	Время наблюдений час.—мин.	Глубина увлажнения, см							
		3	6	17	26	35	43	55	66	72	92
		Измерения до опыта									
31.VIII 1949	16—00	0,023	0,020	0,025	0,014	0,013	0,026	0,028	0,040	0,050	0,100
1.IX	9—00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Измерения после подачи воды									
	10—00	0,023	0,020	0,025	0,014	0,013	0,026	0,028	0,040	0,051	**0,125**
	11—05	—	—	—	—	—	—	—	—	0,052	0,243
	13—00	—	—	—	—	—	—	—	0,043	**0,125**	0,435
	22—25	—	—	—	—	—	—	—	**0,131**	0,333	0,500
	23—00	—	—	—	—	—	—	—	0,181	0,333	0,526
2.IX	9—15	—	—	—	0,018	0,015	0,029	**0,090**	0,189	0,357	0,526
3.IX	10—00	—	—	—	0,018	0,015	**0,058**	0,333	0,345	0,416	0,526
4.IX	10—00	—	—	—	0,018	0,015	0,166	0,400	0,370	0,450	0,526
5.IX	10—00	—	—	—	0,018	**0,025**	0,181	0,435	0,400	0,500	0,526
7.IX	10—00	—	—	—	0,018	0,100	0,232	0,500	0,416	0,526	0,555
4.X	10—00	—	—	0,031	**0,031**	0,192	0,435	0,526	0,476	0,588	0,555
17.X	10—00	—	—	**0,034**	0,045	0,222	0,500	0,555	0,500	0,588	0,555
31.X	11—00	—	—	0,035	0,055	0,270	0,536	0,588	0,555	0,588	0,588
16.XI	12—00	—	—	0,038	0,062	**0,270**	0,536	0,588	0,555	0,588	0,588
16.I 1950	10—00	—	—	0,047	0,083	0,294	0,555	0,588	0,588	0,588	0,588
6.VI	9—00	—	—	0,083	0,090	0,294	0,555	0,588	0,588	0,588	0,588
18.VII	16—00	—	—	0,090	0,100	0,294	0,555	0,588	0,588	0,588	0,588
28.X	9—30	—	0,027	0,095	0,100	0,307	0,536	0,581	0,555	0,555	0,536
29.V 1951	11—30	0,023	0,030	0,095	0,111	0,298	0,500	0,555	0,588	0,588	0,502

Все это заставляет высказать пожелания более точных методов определения поглощенных оснований в засоленных почвах.

Движение воды по профилю монолита хорошо прослеживалось по электропроводности. Из табл. 8 видно постепенное увеличение электропроводности в каждом из горизонтов по мере увлажнения его. Нижние горизонты увлажнялись раньше верхних; они раньше начинали показывать увеличенную электропроводность.

Выделенные цифры табл. 8 показывают, что на данной глубине в момент наблюдений отчетливо отметилось увлажнение почвы. Обведенные рамкой цифры указывают, что в этом сечении электропроводность стала наибольшей. Максимальные значения в ходе опытов достиглись главным образом насыщением почвы водой. Солевой состав почвенных растворов при подаче дистиллированной воды сравнительно мало менялся в каждом горизонте. Наибольшие значения (0,588) электропроводности установлены в самых нижних слоях, из-за остаточной солончаковатости содержавших наибольшее количество воднорастворимых солей. Повышенные концентрации солей в нижних слоях монолита удерживались постоянными вследствие малой интенсивности капиллярных токов в конце опыта.

Периодические замеры капиллярной подачи воды позволяли установить изменения в интенсивности поступления воды в почву. В первые сутки опыта интенсивность была максимальной, в последующие наблюдалось постепенное снижение скорости подачи.

В табл. 9 приведены суммы подач воды m (в м³/га) и суточный расход капиллярной подачи $v = \frac{\Delta m}{\Delta t}$ (в м³/га/сутки). Получившиеся некоторые колебания в непосредственно подсчитанных величинах m были сглажены графическим методом; выровненные величины приведены в табл. 9.

Таблица 9

Скорости подачи воды в почву в опыте капиллярного поднятия в монолите 10 при отсутствии испарения

Дата	Сумма минут с начала опыта	Сумма подач воды m, м³/га	Скорость капиллярной подачи v, м³/га/сутки	Дата	Сумма минут с начала опыта	Сумма подач воды m, м³/га	Скорость капиллярной подачи v, м³/га/сутки
1.IX 1949	25	56	3240	30.IX	40 525	2280	2,8
	35	64	2880	10.X	54 925	2300	2,2
	55	116	2840	19.X	67 885	2320	2,4
	115	230	1920	31.X	85 065	2340	2,0
	175	298	1280	11.XI	100 905	2360	2,0
	235	364	1280	19.XI	112 425	2380	2,4
	295	395	1510	30.XI	128 265	2410	2,4
	355	400	1280	10.XII	142 665	2435	2,2
	415	480	1200	19.XII	155 625	2460	2,4
	475	540	1190	31.XII	172 905	2480	2,2
	595	640	1170	9.1 1950	185 569	2560	2,9
2.IX	1 385	1640	115	5.X	616 255	2760	0,9
7.IX	8 590	2100	98	3.X 1951	918 715	3000	1,1
10.IX	11 695	2220	40	26.VI	996 475	3040	0,4
20.IX	26 125	2250	3,0				

Относительно интенсивная подача воды продолжалась до 10.IX 1949 г. Постепенное снижение расхода капиллярной подачи на 20.IX довело скорость до 3 м³/га в сутки. Эта величина длительно удерживалась, а затем капиллярный подъем почти совсем прекратился. Малые суточные расходы воды должны быть связаны с неполностью устраненными потерями воды на испарение. Полученная в конце опытов величина 1 —0,4 м³/га/сутки (слой 0,1—0,04 мм/сутки), вероятно, частично вызвана не полностью устраненным испарением.

Солонцовый слой, обладая большой плотностью и непроницаемостью, явился резко выраженным препятствием для передвижения вверх капиллярных токов и в дальнейшем, в течение 21 месяца, не позволил подняться воде в сколько-нибудь значительном количестве к поверхности почвы, сохранившей исходную малую электропроводность. На глубине 6 см (выше солонцового горизонта) измерения электропроводности отметили в конце опыта небольшое увеличение влажности.

Опыт по изучению капиллярного увлажнения монолита 11 вначале ставился с дистиллированной водой при отсутствии испарения; затем перешли к подаче грунтовой воды и минерализованных растворов, соответствующих по своему составу некоторым грунтовым водам северной Мугани. При подаче растворов производилось интенсивное испарение с поверхности почвы монолита. Опыты длились с 13.IX 1949 г. по 17.X 1950 г.

Данные по изменениям электропроводности в каждом из горизонтов приведены в табл. 10 (в таблице опущены значения электропроводности, повторяющие измеренные до опыта). Изменения электропроводности в опыте подачи дистиллированной воды, так же как и в монолите 10, главным образом связаны с увеличением влажности горизонтов. Поэтому поднятие воды по профилю монолита хорошо прослеживалось по изменениям электропроводности. С увлажнением слоя почвы неизменно отмечалось повышение электропроводности. В табл. 10 приведены постепенно увеличивавшиеся величины электропроводности изучавшихся горизонтов почвы. Если с начала опыта влажность и засоление почвы не менялись, то начальные величины электропроводности удерживались соответствующее время неизменными. Постоянные величины в табл. 10 показаны только один раз.

Подчеркнутые цифры указывают на хорошо выраженное начало увлажнения почвы. Постепенный рост влажности в каждом слое вызвал повышение значений электропроводности. За полтора месяца максимум увлажнения был достигнут только в нижнем горизонте на глубине 89 см. Соответствующие цифры электропроводности обведены рамкой.

В остальных слоях повышение влажности шло медленно в течение всего периода наблюдений. Поверхностные горизонты почвы увлажнились в меньшей степени, что хорошо видно по установленным в конце опыта значениям электропроводности на глубине 4 и 13 см. Дальнейшее увеличение здесь электропроводности было отмечено при продолжении опытов с подачей минерализованной воды. Но поданная снизу минерализованная вода долгое время оттесняла кверху имевшийся в почве слабый раствор.

По замерам электропроводности (табл. 10) видно, что в первые сутки вода поднялась на 42 см до горизонта на глубине 58 см. В следующие дни капиллярный подъем воды стал заметно замедляться и только через 12 суток (26.IX) началось медленное, вначале слабое увлажнение поверхности почвы.

Таблица 10

Изменения электропроводности в обратных омах в монолите 11 по мере увлажнения горизонтов почвы восходящими капиллярными токами. Увлажнение монолита 11 дистиллированной водой. Измерения до опыта произведены 13.IX 1949 г.

Дата	Время наблюдений час. — мин.	Глубина увлажнения, см: 4	13	25	35	40	50	58	67	75	89	96
13.IX 1949	10—00	0,006	0,020	0,034	0,042	0,028	0,040	0,064	0,055	0,064	0,064	0,090
14.IX	9—00									—	—	—
14.IX	05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,067	0,105
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,069	0,108
	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,069	0,130
	10—00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,072	0,158
	11—00	—	—	—	—	—	—	—	—	0,067	0,111	0,192
	12—40	—	—	—	—	—	—	—	—	0,067	0,129	0,227
	16—00	—	—	—	—	—	—	—	0,055	0,099	0,139	0,231
	17—00	—	—	—	—	—	—	—	0,062	0,099	0,139	0,253
	23—50	—	—	—	—	—	—	0,064	0,099	0,153	0,236	0,330
15.IX	9—00	—	—	—	—	—	0,040	0,100	0,100	0,167	0,250	0,330
	10—00	—	—	—	—	—	0,042	0,100	0,100	0,167	0,250	0,330
16.IX	9—30	—	—	—	—	—	0,100	0,100	0,100	0,182	0,257	0,350
17.IX	9—30	—	—	—	0,047	0,050	0,100	0,100	0,106	0,182	0,264	0,390
18.IX	15—30	—	—	0,036	0,083	0,067	0,100	0,102	0,106	0,189	0,264	0,390
19.IX	9—30	—	—	0,056	0,100	0,071	0,100	0,102	0,106	0,193	0,264	0,400
20.IX	9—30	—	0,022	0,100	0,100	0,080	0,111	0,111	0,118	0,201	0,271	0,400
22.IX	9—15	—	0,034	0,100	0,106	0,083	0,111	0,111	0,125	0,201	0,288	0,420
24.IX	9—30	—	0,083	0,111	0,113	0,092	0,111	0,111	0,134	0,201	0,288	0,420
26.IX	9—30	0,013	0,101	0,112	0,119	0,101	0,112	0,112	0,134	0,224	0,288	0,420
27.IX	9—10	0,018	0,101	0,120	0,119	0,101	0,112	0,113	0,134	0,229	0,279	0,420
30.IX	9—30	0,067	0,101	0,126	0,126	0,101	0,119	0,119	0,134	0,235	0,280	0,440
3.X	9—15	0,102	0,104	0,136	0,128	0,101	0,119	0,126	0,135	0,246	0,288	0,440
21.X	10—10	0,126	0,134	0,168	0,144	0,106	0,134	0,134	0,155	0,251	0,290	0,460
31.X	10—40	0,159	0,147	0,202	0,171	0,123	0,143	0,143	0,167	0,258	0,350	0,500
28.XI	10—00	0,168	0,168	0,201	0,176	0,126	0,173	0,155	0,173	0,287	0,360	0,560

Соответственно расход подачи воды в монолит в первые сутки был особенно значительным, с течением времени скорость поднятия и подачи воды замедлялась, долго оставаясь в два-три раза больше, чем в солонцовом монолите 10. В первые часы опыта скорость капиллярной подачи достигла 2930 м³/га/сутки. Постепенно к концу вторых суток расход воды на поднятие снизился до 300 м³/га/сутки. В следующие дни скорость продолжала уменьшаться, к 20.IX она дошла до 171 м³/га/сутки. Когда же вода поднялась почти до поверхности почвы, расход воды стал резко снижаться (до 83—28 м³/га/сутки), а к концу опыта с увлажнением поверхности почвы, но при слабом испарении с нее расход капиллярной подачи установился около 6 — 7 м³/га/сутки (с 20.X по 24.XI; табл. 11) и колебался в этих пределах до конца опыта. Эта величина примерно в десять раз меньше, чем для солонцовой почвы в конце опыта.

Таблица 11

Суммы и скорости подачи воды в почву. Опыт капиллярного поднятия подавамой в монолит 11 дистиллированной воды. Сверху слабое испарение или испарения нет. Начало опыта 13.IX 1949 г.

Дата	Сумма минут с начала опыта	Сумма подачи воды m, м³/га	Скорость капиллярной подачи v, м³/га/сутки	Дата	Сумма минут с начала опыта	Сумма подачи воды m, м³/га	Скорость капиллярной подачи v, м³/га/сутки
14.IX	221	156	2930	15.IX	1 651	1160	300
	241	220	2250	16.IX	3 131	1460	215
	271	270	2070	20.IX	8 866	2150	171
	301	310	1730	30.IX	23 281	2780	83
	451	440	1550	10.X	37 681	3110	28,5
	511	550	1360	20.X	52 066	3400	7,5
	571	620	1270	31.X	67 921	3470	7,4
	751	760	1230	10.XI	82 381	3550	7,0
	1111	970	390	19.XI	95 281	3680	5,6
				24.XI	102 571	3710	6,3

Из табл. 11 и из построенной по ней рис. 3 видно, как сумма воды m, капиллярно поступавшей в почву, плавно нарастала. Одновременно с этим постепенно уменьшалась скорость подачи воды. Это указывает на определенную схему процесса капиллярного передвижения воды, в принципе

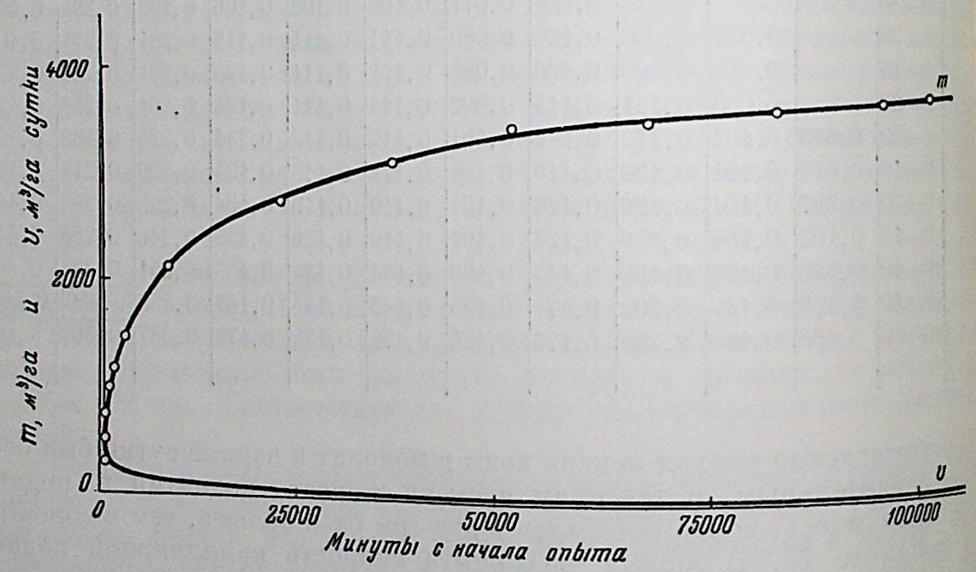


Рис. 3. Изменения суммы и скорости подачи воды в почву. Опыт на монолите.

рассмотренную Н. Е. Жуковским в 1923 г. и еще раньше — в 1889 и 1890 гг. Согласно общепринятой теории (Кин, 1933), движение грунтовой воды и воды в капиллярной зоне подчиняется общему закону потенциального течения. Оно происходит в направлении падения потенциала и пропорционально первой степени градиента потенциала. Потенциал в нашем случае изменяется как разность высоты точки потока над уровнем

грунтовых вод и величины капиллярного натяжения, измеряемого, как и высота, в сантиметрах водного столба:

$$П = (1 - h) - H,$$

где h — глубина точки монолита от поверхности почвы при глубине грунтовых вод, равной одному метру;
H — капиллярное натяжение (вакуум по Жуковскому).

При поднятии капиллярной воды в точку на глубине h от поверхности метрового монолита средний градиент потенциала будет равен

$$I = \frac{O - П}{1 - h} = O - \frac{(1 - h) - H}{1 - h},$$

где O — потенциал на уровне грунтовых вод; H — капиллярное натяжение на глубине h. Для верхней поверхности монолита $h = 0$ и значение движущего градиента становится равным

$$I = H - 1.$$

Движение прекращается, если градиент становится равным нулю. Тогда при $I = 0$ для верхнего сечения монолита получается $H = 1$, т. е. капиллярное натяжение становится равным глубине залегания грунтовых вод. Это справедливо не только для верхнего сечения монолита, но и для любой точки на глубине h.

Если $I = \frac{h - 1 + H^x}{1 - h} = 0$, то $H^x = 1 - h$, т. е. H^x — натяжение, численно равное глубине залегания $(1 - h)$ грунтовых вод, отсчитанной от точки, в которой рассматривается H^x.

Градиент потенциала становится равным нулю как раз в момент окончания насыщения водой всей колонны монолита. При этом получается определенное распределение влажности, полностью отвечающее смыслу понятия предельной влагоемкости. К моменту окончания рассматриваемого здесь опыта насыщения монолита равенство потенциала (градиент равен нулю) почти было достигнуто по всей колонне. Имелся только слабый капиллярный ток и медленная подача воды в монолит, поддерживаемые слабым испарением с неплотно прикрытой поверхности почвы ($< 0{,}6$ мм/сутки). Следовательно, в этот момент капиллярное натяжение наверху монолита лишь немногим превосходило 1 м. В начале опыта, как видно из рис. 3, скорость капиллярной подачи была велика, именно за счет очень высоких градиентов. Вычислим приближенную величину градиента на момент, когда по показаниям электропроводности поднятие воды дошло до точки, отстоящей от поверхности почвы на $h = 0{,}5$ м, и скорость подачи достигла $v = 300$ м³/га сутки. Для изучаемых почв известна (Волобуев, 1946) максимальная высота капиллярного поднятия, еще достаточного при определенных условиях для засоления почв. Она равна 2,25 м. Приняв величину $H = 2{,}25$ м за капиллярное натяжение на глубине смачивания, найдем капиллярную проводимость равной

$$k = \frac{v}{I} = \frac{v}{\frac{H + h - 1}{1 - h}} = \frac{300}{\frac{2{,}25 - 0{,}5}{0{,}5}} = \frac{300}{3{,}5} = 86 \text{ м}^3/\text{га}/\text{сутки}.$$

На конец опыта $v = 6$ м³/га/сутки.

Из выражения $v = k \cdot I$ при $k = 86$ м³/га/сутки находим значение I на конец опыта. Оно будет равно

$$I = \frac{v}{k} = \frac{6}{86} = 0{,}07.$$

Отсюда натяжение H наверху монолита на конец опыта определится из выражения для I при $h = 0$ м. Если $I = 0{,}07 = \frac{H-1}{1}$, то $H = 1{,}07$ м.

В момент окончания опыта было определено распределение влажности по монолиту. Для этого были взяты пробы почвы из окошек, оставленных при монтировке монолита в деревянном ящике и закрывавшихся в течение опыта деревянными пробками.

Данные по влажности проб почвы, взятой из окошек, и отвечающие этой влажности значения H приведены в табл. 12.

Таблица 12

Влажность и приближенные значения капиллярного натяжения после насыщения водой почвы монолита 11

№ окошек (сверху)	Глубина, см	Средняя глубина h, см	Влажность W к весу сухой почвы, %	Приближенное капиллярное натяжение H, м	$\Delta H = H - \left(1 - \frac{h}{100}\right)$
Верхняя поверхность	0	0	16,2	1,07	0,07
1	4,5—7,5	6	23,4	1,00	0,06
2	13,5—16,5	15	23,6	0,91	0,06
3	25—26	25,5	26,6	0,795	0,05
4	32—35	33,5	29,7	0,685	0,05
5	42,5—45,5	44	33,2	0,60	0,04
6	49,5—52,5	51	35,2	0,53	0,04
7	61,5—64,5	63	36,2	0,40	0,03
8	73—77	75	36,6	0,27	0,02
9	84—87	85,5	36,9	0,155	0,01

Для вычисления H на разных глубинах h мы воспользовались выше-приведенным расчетом: $H_{h=0} = 1{,}07$ м. Действующий перепад натяжений равнялся в случае капиллярного поднятия: $\Delta H = H - \left(1 - \frac{h}{100}\right)$ м.

Для самого верхнего слоя, при $H = 1{,}07$ м, $\Delta H_{h=0}$ равнялось: $H - 1 = 0{,}07$ м. Для других h (ввиду малой величины ΔH) без больших погрешностей в расчете H можно было допустить: $\Delta H = \Delta H_{h=0}\left(1 - \frac{h}{100}\right)$, т. е. пропорциональными величине $100 - h$. Отсюда по ΔH и h были вычислены приведенные в табл. 12 величины H. По значениям W и H построен график $W = f(H)$ (рис. 4). Из него виден характер зависимости влажности от H: чем ниже влажность W, тем больше H. При подсушивании поверхностных горизонтов почвы и сохранении уровня грунтовых

вод на глубине 1 м градиент полного потенциала должен возрастать до величин $I = \frac{H-1}{1}$. Если капиллярная проводимость колонны грунта при подсушивании верхних слоев не будет слишком уменьшенной, а, например, сохранится равной $k = 50$ м³/га/сутки, то увеличение J может повлечь возрастание $v = kJ$. Это увеличение было воспроизведено в опыте по изучению влияния испарения с поверхности монолита на интенсивность капиллярной подачи воды в почву. При этом в пределах всей колонки осуществляется большое увеличение H и соответственное падение влажности к верхней поверхности монолита. Чтобы испарение, а следовательно, подсушивание почвы были значительными, мы применили интенсивный обогрев поверхности почвы и обдувание искусственным ветром.

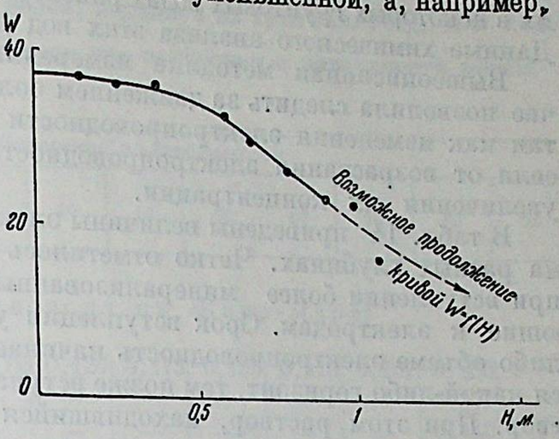


Рис. 4. Зависимость влажности W в капиллярно-увлажненном монолите от приближенно установленных капиллярных натяжений H.

Таблица 13

Химический состав грунтовой воды и искусственно приготовленных минерализованных растворов

	Плотный остаток	Щелочность от норм. карбонатов	Общая щелочность	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$ по разности
Дренажная вода из совхоза «Кара-Чала»								
В г/л	90,70	Нет	0,26	48,800	7,800	7,750	0,850	24,866
В м-экв			4,26	1371,16	162,39	386,72	69,90	1081,19
В % от суммы м-экв			0,13	44,59	5,28	12,57	2,27	35,16
Раствор «Е»								
В г/л	60,34	Следы	0,44	16,330	21,260	0,370	1,380	17,962
В м-экв			7,21	460,60	442,63	18,46	113,49	778,39
В % от м-экв			0,40	25,29	24,31	1,01	6,24	42,75
Раствор «Ж»								
В г/л	35,25	Нет	0,378	15,180	4,220	0,725	0,908	9,459
В м-экв			6,20	428,08	87,86	36,18	74,67	411,29
В % от м-экв			0,59	40,99	8,42	3,46	7,16	39,38
Раствор «К»								
В гл	33,62	Нет	0,06	19,800	1,560	0,666	0,180	12,554
В м-экв			0,98	558,36	32,48	31,13	14,80	545,89
В % от м-экв			0,08	47,18	2,74	2,63	1,25	46,12

В этом опыте в монолит снизу подавалась грунтовая вода, взятая из одной из дрен совхоза «Кара-Чала», а затем минерализованные воды, искусственно приготовленные растворением солей, соответственно составу их в некоторых грунтовых водах районов засоления (растворы «Е», «К», «Ж»). Данные химического анализа этих вод приведены в табл. 13.

Вышеописанная методика измерения электропроводности в этом случае позволила следить за движением солей вверх по профилю монолита, так как изменения электропроводности почвы здесь больше всего зависели от возрастания электропроводности почвенных растворов по мере увеличения их концентрации.

В табл. 14 приведены величины электропроводности в их изменениях на разных глубинах. Четко отметилось увеличение электропроводности при вступлении более минерализованных вод в объемы почвы, прилегающие к электродам. Срок вступления устанавливается, когда в каком-либо объеме электропроводность начинает повышаться. Чем выше берется какой-либо горизонт, тем позже вступает туда минерализованный раствор. При этом раствор, находившийся в этом горизонте, оттесняется выше. Смещение растворов на колонке начиналось с начала подачи минерализованных вод в ранее насыщенную водой колонку. Оно сопровождалось смешиванием (в разных случаях в разной степени) пришедших и оттесняемых растворов. В итоге опресненные почвенные растворы выходили к поверхности почвы, там испарялись, оставляя принесенные соли и засоляя почву. В монолите же, начиная снизу, размещались подаваемые грунтовые воды, частично смешавшиеся с оттесняемыми. Развертывание этих процессов во времени и по слоям монолита отчетливо характеризуется изменениями электропроводности (табл. 14).

Подчеркнутые цифры соответствуют срокам, когда к данным сечениям почвы подошли растворы снизу. Поданные растворы первыми своими порциями поднялись до глубины 4 см за 4,5 месяца.

Цифры в рамке отвечают моментам установления максимальной или близкой к ней концентрации на данной глубине. Как видно, до глубины 50 см минерализованные воды в большом количестве дошли за 6 месяцев. Несколько скорее (за 3 месяца) получились максимальные концентрации в верхних слоях. Это было связано с дополнительным влиянием испарения почвенных растворов с поверхности почвы.

К концу опыта, когда во всех горизонтах концентрация солей установилась максимальной и мало меняющейся (за исключением верхнего и нижнего горизонтов), снова степень заполнения пор растворами в основном предопределила соотношение электропроводностей по горизонтам. Справедливость этого вытекает из примерного постоянства по горизонтам отношений электропроводности на 13.IX 1950 г. и на 28.XI 1949.

Глубина, см . . .	4	13	25	35	40	50	58	67	75	89	96
Отношения электропроводности	3,0	3,4	4,5	4,4	3,9	4,0	4,0	3,5	4,0	3,8	3,6

Повышение электропроводности примерно в четыре раза отвечает возрастанию засоления несколько больше, чем в четыре раза.

Замеры подачи воды в монолит позволили охарактеризовать поступление минерализованных вод. Соответственные скорости подачи в почву грунтовой воды и минерализованных растворов в опытах капиллярного поднятия относятся к условиям интенсивного испарения с поверхности почвы, а под конец опыта — к ослабленному испарению (табл. 15).

Таблица 14

Изменения электропроводности в монолите 11 в ходе оттеснения почвенных растворов более минерализованной водой, поданной из грунтовых вод, и в ходе концентрирования почвенных растворов при испарении с поверхности почвы

Дата	Время наблюдений час — мин.	Измерения по глубинам, см: 4	13	25	35	40	50	58	67	75	89	96
		Дренажная вода из «Кара-Чала»										
29.XI 1949	10—00	0,170	0,168	0,201	0,176	0,126	0,173	0,155	0,173	0,287	0,360	0,560
2.XII	11—00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,370	0,690
6.XII	10—20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,440	1,120
9.XII	10—20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,540	1,540
13.XII	9—30	—	—	—	—	—	—	—	—	0,315	0,670	1,800
15.XII	11—30	—	—	—	—	—	—	—	—	0,336	0,780	2,000
		Раствор «Е»										
17.XII	9—00							—	0,186	0,336	0,788	1,800
	15—35	—	—	—	—	—	—	0,168	0,186	0,373	0,920	1,800
20.XII	16—00	—	—	—	—	—	—	0,168	0,252	0,503	1,120	2,000
26.XII	10—00	—	—	—	—	—	—	0,183	0,297	0,630	1,270	2,000
30.XII	10—00	—	—	—	—	—	—	0,192	0,330	0,757	1,282	2,041
6.I 1950	9—30	—	—	—	—	—	0,186	0,256	0,425	0,854	0,369	2,128
19.I	9—30	—	—	—	—	0,140	0,218	0,256	0,427	0,935	1,479	2,174
3.II	9—30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Дренажная вода из «Кара-Чала»										
7.II	9—00				—	0,167	0,334	0,318	0,478	0,960	1,449	2,272
16.II	14—00	—	—	—	0,201	0,201	0,358	0,335	0,478	0,960	1,449	2,222
22.II	13—30	—	—	—	0,243	0,224	0,458	0,387	0,481	0,953	1,543	2,222
27.II	12—00	—	—	—	0,265	0,251	0,480	0,387	0,478	0,953	1,492	2,222
1.III	11—00	—	—	—								
		Раствор «А»										
4.III	17—00	—	—	0,212	0,285	0,293	0,497	0,397	0,480	1,000	1,538	2,381
9.III	10—00	—	0,167	0,264	0,383	0,304	0,497	0,446	0,502	1,010	1,538	2,222
14.III	9—00	—	0,183	0,345	0,414	0,333	0,500	0,458	0,529	1,120	1,612	2,128
27.III	9—00	—	0,213	0,373	0,478	0,337	0,500	0,458	0,558	1,111	1,667	2,128
31.III	17—00	—	0,224	0,416	0,497	0,337	0,500	0,458	0,590	1,111	1,667	2,128
3.IV	9—00	—	0,252	0,420	0,500	0,337	0,500	0,458	0,590	1,123	1,667	2,128
12.IV	11—00	0,182	0,281	0,446	0,500	0,338	0,500	0,480	0,588	1,110	1,538	2,000
18.IV	10—00	0,200	0,312	0,500	0,500	0,338	0,500	0,500	0,588	1,111	1,667	2,000
20.IV	11—00	0,221	0,313	0,539	0,553	0,342	0,524	0,500	0,621	1,098	1,538	1,813
5.V	12—00	0,247	0,380	0,582	0,585	0,354	0,588	0,553	0,621	1,098	1,515	1,640
16.V	9—30											
		Раствор «К»										
27.V	15—30	0,282	0,393	0,664	0,698	0,358	0,621	0,617	0,662	0,990	1,412	1,639
6.VI	9—00	0,313	0,436	0,720	0,718	0,418	0,621	0,628	0,662	0,917	1,412	1,639
13.VII	16—00	0,428	0,578	0,826	0,757	0,493	0,655	0,628	0,650	0,980	1,320	1,639
31.VII	9—30	0,497	0,641	0,826	0,764	0,495	0,700	0,628	0,650	1,204	1,538	1,667
30.VIII	10—00	0,502	0,641	0,877	0,775	0,495	0,709	0,621	0,650	1,204	1,515	1,695
31.IX	9—10	0,501	0,571	0,917	0,77	0,495	0,700	0,621	0,609	1,136	1,389	1,667

Таблица 15

Скорость подачи воды и растворов в почву в монолите 11

Дата	Сумма минут от начала опыта	Сумма подач растворов m, м³/га	Скорость капиллярной подачи v, м³/га/сутки
28.XI 1949	Дренажная вода из «Кара-Чала»		
29.XI	1155	17	28
30.XI	2610	46	38
1.XII	4100	83	36
2.XII	5420	120	32
7.XII	12690	263	32
10.XII	16995	364	32
13.XII	21330	456	32
15.XII	24210	520	32
16.XII	25635	552	32
16.XII	Раствор «Е»		
17.XII	1295	28	32
20.XII	5615	117	29
30.XII	20030	414	28
16.I 1950	44510	871	26
20.I	50270	983	27
10.II	80510	1373	26
13.II	Дренажная вода из «Кара-Чала»		
14.II	1499	19	21
15.II	2879	40	24
16.II	4319	64	22
17.II	5759	86	24
20.II	10079	159	24
1.III	23024	373	21
4.III	27344	457	24
4.III	Раствор «Ж»		
6.III	2428	44	26
10.III	8188	159	
20.III	22588	440	28
30.III	36998	701	27
5.IV	45628	844	27
10.IV	52828	968	24
20.IV	67228	1182	21
25.IV	74428	1294	22
20.V	110428	1882	23
27.V	1200898	2044	22
27.V	Раствор «К»		23
30.V	3840	34	
10.VI	19680	285	22
20.VI	34080	466	18
30.VI	48480	603	14
10.VII	62880	788	13
22.VII	78720	875	13
31.VII	93120	965	9
15.VIII	114870	1018	4
30.VIII	136320	1097	5
9.XI	150720	1168	7
19.XI	165120	1246	8
10.X	195360	1454	9
17.X	205470	1518	8

При капиллярной подаче минерализованной воды в опыте с испарением скорость подачи устанавливалась в соответствии со скоростью испарения и достигла 28—32 м³ га/сутки. В течение 18 суток подачи дренажной воды (с 28.XI по 16.XII 1949 г.) она колебалась в этих пределах (табл. 15). С 16.XII 1949 г. по 13.II 1950 г. в монолит через нижнее сечение подавался минерализованный раствор «Е» более слабой концентрации, чем дренажная вода «Кара-Чала» (см. табл. 13). Это почти не отразилось на скорости подачи воды. В течение всех опытов концентрация подаваемых растворов изменялась несколько раз. Расход подачи варьировал в пределах 23—32—27 м³/га/сутки. Небольшие отклонения можно отнести за счет неодинаковых условий опыта (изменение $H_{h=0}$). Только под конец опыта, с 5.IV 1950 г., расход капиллярной подачи стал постепенно уменьшаться — с 21 до 9 м³/га/сутки. Понижение расхода

подачи можно связать с накоплением солей в верхних горизонтах, где отметилось увеличение электропроводности (12.IV 1950 г.; табл. 14). Увеличение электропроводности и уменьшение расхода подачи совпали с визуально отмеченным образованием засоленной корочки на поверхности почвы. Анализ водной вытяжки, сделанной из этой корочки, приводится в табл. 16.

Таблица 16

Анализ водной вытяжки корочки, взятой с поверхности почвы монолита 11

	Плотный остаток	Щелочность CO''_3	Щелочность HCO'_3	Cl'	SO''_4	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$ по разности
В % на абс.-сухую почву . .	1,820	Нет	0,050	0,600	0,075	0,080	0,100	0,163
В м-экв.	—	»	0,82	16,92	1,56	3,99	8,22	7,09
В % от суммы м-экв.	—	»	2,12	43,83	4,05	10,33	21,29	18,38

При сравнении анализов водных вытяжек до опыта (табл. 5) и после подачи капиллярными токами минерализованных вод (табл. 16) видим существенное различие в засоленности почвы. Почва из незасоленной превратилась в солончак. Важно отметить, что срок засоления оказался небольшим — всего 11 месяцев. Под действием капиллярных токов, питаемых из высоко стоящих минерализованных грунтовых вод, испарение с поверхности почвы привело к образованию солончака хлоридного типа засоления.

Глубина залегания грунтовых вод определяет H (натяжение) и через это — капиллярную водопроводимость почвы, а скорость испарения и глубина грунтовых вод — градиент полного потенциала. Интенсивность капиллярного поднятия: $v = k \cdot I$.

При интенсивности капиллярного поднятия $v = 28$ м³/га/ сутки и при условии $k = 50$ м³/га/сутки величина градиента в наших опытах: $I \approx \frac{v}{k} = 0{,}56$. Соответственно I можно вычислить для $h = 0$: $H = I(1 - h) + 1 - h = 1{,}56$. Интересно, что эта величина $H = 1{,}56$ м близка к критической глубине 2-го порядка (110—150 см), установленной В. Р. Волобуевым для условий северной Мугани.

Таким образом, опыты на монолитах позволяют воспроизводить процесс засоления почв при близких грунтовых водах, питающих интенсивные капиллярные токи, и находить расчетные схемы этого процесса при высокой минерализации грунтовых вод. Засоление почвы может произойти за один-два сезона. Если почва солонцеватая, то подъем солей до ее поверхности сильно (до 80 раз) замедляется.

ВЫВОДЫ

1. Метод монолитов, дополненный применением непрерывных замеров электропроводности, позволяет детально изучить перемещение воды и солей по профилю почвы.

2. Опыты по изучению капиллярного поднятия воды и солевых растворов на монолитах, представивших метровую толщу некоторых муганских

культурных почв, количественно охарактеризовали возможную интенсивность капиллярных токов. В условиях оструктуренности после трех лет культуры трав она оказалась высокой у легко- и среднесуглинистой почвы и сниженной в два-три раза у сильносолонцеватой.

3. Если на глубине 1 м залегают минерализованные грунтовые воды, то за счет восходящих капиллярных токов, поддерживаемых интенсивным испарением с поверхности почвы, можно за один год воспроизвести в лабораторных условиях вторичное засоление всей метровой толщи. Это показывает, что в природных условиях при высоких и минерализованных грунтовых водах темпы засоления могут быть очень велики.

4. Если нет испарения с поверхности почвы, то по мере увеличения запасов воды в метровой толще поступление влаги из грунтовых вод замедляется. Это объясняется приближением почвы к состоянию равновесного увлажнения (приближение к предельной влагоемкости), при котором общий потенциал, присущий капиллярной влаге и определяющий ее движение, во всей толще почвы становится постоянным, а градиент потенциала, определяющий скорость движения капиллярной воды, стремится к нулю.

5. Если из увлажненной почвы идет испарение, то скорость капиллярных токов и количество капиллярной воды, передвигающейся за единицу времени, зависит от интенсивности испарения, стремясь сравняться с расходами на испарение.

6. Изменение концентрации солей в почвенно-грунтовых водах мало влияет на скорость капиллярного передвижения воды по почвенной толще, если с поверхности почвы испаряются пресные воды. Но минерализация почвенных растворов в испаряющих горизонтах находится в обратной связи с интенсивностью испарения. При образовании на поверхности почвы солевой корки и при испарении из нее предельно минерализованных растворов интенсивность испарения и капиллярных токов падала в лабораторных опытах в 4—10 раз.

7. Изученные в лабораторных опытах монолиты орошаемых культурных почв при формировании стояния минерализованных грунтовых вод на глубине 1 м засоляются в течение 11 месяцев (с 28.XI 1949 г. по 17.X 1950 г.), если нет солонцеватости почвы, которая может сильно снижать ее водопроницаемость. Средний расход капиллярных токов при подаче сильно минерализованных вод и при интенсивном испарении колебался от 22 до 32 м³/га/сутки. Подобная высокая интенсивность капиллярных токов и быстрый рост засоления типичны для того вида водносолевого режима почв, который выделен Волобуевым (1951) как вид капиллярного режима почв. В этом случае зона интенсивного капиллярного увлажнения достигает поверхности почвы, где влажность не спускается ниже 16—18% по весу. При изученном типе водносолевого баланса орошаемых луговых слабосолонцеватых почв одно из возможных значений расходов капиллярной подачи воды из грунтовых вод в почву в среднем составляет 26 м³/час/сутки и приблизительно 5000 м³/га за весенне-летний и осенний периоды. Эти величины согласуются с данными балансовых учетов Морозова, Философова и других, учитывавших полевые условия.

8. Основной мерой, гарантирующей от реставрации засоления освоенных орошаемых почв, следует считать удаление минерализованных грунтовых вод и замену их на пресные. При наличии запасов пресных грунтовых вод, в n раз превышающих годовое испарение (и транспирацию) грунтовых вод, можно считать, что засоление почвы не будет развиваться, по крайней мере, за n лет (при любых условиях водного баланса). Обратно, при испарении пресных почвенных и затем грунтовых вод, подстилающие их минерализованные воды получат доступ к почве и засолят ее за сроки, соответствующие длительности испарения запасов пресных вод. Это произойдет, если не принимать определенных мер, прежде всего мер отведения основных запасов солей при помощи дренажа.

9. Метод монолитов и метод непрерывных измерений электропроводности почв гребенчатыми электродами Морозова можно рекомендовать для изучения в лабораторных и полевых условиях послойной динамики увлажнения и засоления почв, разработки расчетных схем мелиорации, контроля промывок почв.

ЛИТЕРАТУРА

Астапов С. В. Определение водных свойств и коэффициента фильтрации в почвогрунтах с ненарушенным строением. «Тр. Ин-та гидротехн. и мелиор.», т. VIII, 1933.

Гейтманов Е. А. Водяные свойства торфяных грунтов. ГИСХИМ, М., 1929.

Волобуев В. Р. О критическом уровне грунтовых вод, засоляющих почву. «Докл. АН АзербССР», № 8, 1946.

Волобуев В. Р. О мелиоративных типах земель. «Докл. АН АзербССР», т. VII, № 12, 1951.

Жуковский Н. Е. Теоретическое исследование о движении подпочвенных вод. 1889. Полное собр. сочинений, М.—Л., 1935—1937.

Жуковский Н. Е. О влиянии давления на насыщенные водой пески. 1890. Там же.

Жуковский Н. Е. Просачивание воды через плотины. 1923. Там же.

Качинский Н. А. Опыт агромелиоративной характеристики почв, ч. I. М., 1934.

Кин Б. А. Физические свойства почвы. М., ГТТИ, 1933.

Морозов А. Т. Динамичность коэффициента фильтрации почвогрунтов в связи с выщелачиванием растворимых солей. «Тр. Ин-та гидротехн. и мелиор.», т. XII, 1935.

Полынов Б. Б. Исследование почв Нижнего Заволжья в приложении к задачам мелиорации земель. «Тр. комиссии по ирригации», т. I, 1933.

Философов Б. И. Расчетные элементы критического режима засоляющих почву грунтовых вод. «Почвоведение», № 2, 1948.

Философов Б. И. Критический режим засоляющих почву грунтовых вод в условиях Мугано-Сальянского массива. «Тр. Азерб. н.-и. ин-та гидротехн. и мелиор.», т. I. Баку, 1948.

В. В. ЕГОРОВ и А. А. БУДАКОВА

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И КАЧЕСТВО ПОЛИВНОЙ ВОДЫ

При исследовании территорий с мелиоративными целями весьма существенно иметь обстоятельную характеристику почв, в том числе и их физических и, особенно, фильтрационных свойств. С необходимостью получения таких данных мы встретились при почвенно-мелиоративных исследованиях в Мильской степи, отличающейся своеобразной солонцеватостью и засоленностью почв, предназначаемых к орошению впервые. Трудоемкие методы, применяемые при определении фильтрационных свойств почв почвоведами-физиками, не могли дать необходимого массового материала. Желательно было иметь хотя бы упрощенный метод для общей сравнительной оценки фильтрационных качеств имеющихся здесь различных почв. В. А. Ковда рекомендовал испробовать метод фильтрационного анализа на почвенных образцах в модификации Антипова-Каратаева (1930). Метод был привлекателен тем, что можно было одновременно определять приблизительно степень солонцеватости почв.

В процессе работы в полевой лаборатории выяснилось, что данные, полученные при помощи этого метода, хорошо согласуются с полевыми определениями солонцеватости и качественно сравнимы с результатами полевых исследований физических свойств, выполненных по общепринятой методике (исследования С. И. Долгова). Дальнейшая работа была продолжена в направлении изучения того, как влияет на скорость фильтрации химический состав поливных вод. Было установлено, что одна и та же почва имеет, в зависимости от качества поливной воды, различные показатели фильтрации. Таким образом, на основе этого метода оказалось возможным подойти к оценке скорости фильтрации разнообразных по химическому составу вод в различных почвах. Наметилась возможность получать надлежащий эффект при промывках засоленных почв с плохими фильтрационными свойствами путем выбора воды соответствующего состава. Качество поливной воды с этой точки зрения до последнего времени учитывалось очень мало. Больше внимания уделялось изучению процессов возможного соленакопления за счет солей в поливных водах.

Фильтрационные свойства почв зависят от ряда причин; большое значение имеет состав обменных оснований. По способности оказывать влияние на фильтрационные свойства почв обменные основания располагаются в соответствии с лиотропным рядом в таком порядке: Na, NH_4, Mg, Ca, Fe. Наличие обменного натрия вызывает обычно наибольшее диспергирование почвы и, соответственно, наибольшее снижение скорости фильтрации. Наличие обменного кальция и в некоторых почвах обменного (поглощенного) железа обусловливает свертывание высокодисперсных частиц, что улучшает фильтрационные свойства.

Во многих работах И. Н. Антипова-Каратаева отмечается, что присутствие обменного натрия, начиная с 5% от суммы миллиэквивалентов обменных оснований и выше, ведет к постепенному диспергированию и уплотнению почвы. Поглощенный натрий может вызывать диспергирование даже в присутствии солей $CaCO_3$ и $CaSO_4$.

Если между составом обменных оснований и фильтрационными свойствами наблюдается определенная корреляция, то такой прямой зависимости между механическим составом, влияющим на многие физические свойства почв, и скоростью фильтрации установить не всегда удается. Исследовав почвы Муганской степи, соседней с Мильской степью, Димо (1949) писал: «Наличие в почвогрунтах северной Мугани и преобладание систем с высокими степенями оглинения и коллоидности (физической глины до 95% и коллоидных частиц 0,5 μ 30—40%) должно было бы неблагоприятно отразиться на их водных свойствах — водопроводимости и водопроницаемости. Однако факты, установленные по фильтрационным свойствам почвогрунтов, совершенно не совпадают с данными гранулометрии. Правильное истолкование эти факты находят в агрегатных свойствах почвогрунтов северной Мугани».

В работе Саваренского (1932), касающейся того же объекта, указывается, что «для структурных и особенно для засоленных почвогрунтов, каковы, например, многие глины и особенно грунты засушливых областей, содержащие растворимые соли, пользование механическим анализом для вычисления коэффициента фильтрации требует осторожности.

При наличии солей электролитов степень дисперсности мельчайших частиц породы — суспензий и коллоидов — уменьшается и они образуют устойчивые в воде агрегаты. Поэтому данные механического анализа для таких грунтов не являются достаточно надежным основанием для вычислений».

Фильтрационные свойства почв в значительной мере зависят от дисперсно-агрегатного состояния, от их сложения на данный момент. Это состояние в свою очередь зависит от постоянных и переменных факторов.

Методом фильтрационного анализа можно в большинстве случаев учесть лишь общий результат воздействия многих причин на интересующее нас свойство почвы (применительно к почвенным образцам).

Сущность метода фильтрационного анализа в предложенной модификации сводится к следующему. Приготовляется суспензия из образца исследуемой почвы. Суспензию переводят на фильтр в специальную воронку и после нескольких последовательных фильтрований под небольшим вакуумом одного и того же фильтрата через один и тот же образец определяют установившуюся скорость фильтрации. Другую навеску той же почвы обрабатывают 0,5 н. раствором $CaCl_2$ и производят с ней ту же операцию с фильтрованием. Разница между установившимися скоростями фильтрации в том и другом случае есть результат воздействия раствора хлористого кальция на почву, в частности на состав обменных оснований с последующим изменением состояния дисперсности.

Этот метод был рекомендован автором для упрощенного определения степени солонцеватости почв. Предполагается, что улучшение фильтрационных свойств происходит вследствие замены обменного натрия на кальций. Получаемые результаты изображаются в виде графика. По вычисленному коэффициенту определяется степень солонцеватости исследованной почвы. Для указанной цели этот метод — косвенный и не всегда

точный, так как некоторое улучшение фильтрационных свойств почв под действием раствора хлористого кальция может происходить не только при наличии солонцеватости.

Техника определений при пользовании указанным методом сводится к следующему. В стаканчики емкостью 100 мл берут 5 г почвы, предварительно растертой и пропущенной через сито в 1 мм. Навеску почвы смачивают 50 мл дистиллированной воды, перемешивают и оставляют на 5 мин. Затем суспензию переносят на воронку Бюхнера с предварительно смоченным и хорошо пригнанным фильтром. Фильтрация производится под разряжением в 32 см водяного столба. Отсчеты профильтровавшихся объемов жидкости производятся через каждые 1, 2, 3, 4, 5, а затем через 10, 15 и т. д. минут вплоть до конца фильтрования.

В серии наших опытов первый объем фильтрата отбрасывали и на воронку с осадком без взмучивания подавали аналогичным образом новый, такой же объем воды того же исходного состава. Так повторяли несколько раз, пока не достигалась практически постоянная скорость фильтрации.

Среди испытанных на скорость фильтрации вод была дистиллированная вода и оросительные воды из Куры, Аракса и нескольких других местных рек (табл. 1).

Таблица 1

Состав поливных вод (в г/л)

	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na· по разности
		CO_3''	HCO_3'					
р. Геокчай	0,74	0,007	0,252	0,088	0,196	0,050	0,043	0,107
Артезианская вода	0,71	0,015	0,234	0,080	0,180	0,016	0,026	0,159
р. Кура	0,55	—	0,140	0,002	0,262	0,070	0,026	0,050
р. Аракс	0,52	0,009	0,182	0,001	0,196	0,050	0,026	0,036
Вода колодца	2,86	0,040	0,526	0,400	1,086	0,270	0,139	0,404
р. Каркарчай	0,73	—	0,258	0,072	0,198	0,033	0,034	0,136

Нами исследовались верхние горизонты различных почв Мильской степи. Мильская степь расположена в Кура-Араксинской низменности в области перехода от сухих субтропических степей к полупустыне. Почвенный покров в юго-западной части степи представлен своеобразными сероземными почвами[1], как правило, солончаковатыми и солончаковыми, обычно в той или иной степени солонцеватыми. На остальной части территории развиты сероземно-луговые почвы в большинстве сильно засоленные с небольшой глубины, имеющие одновременно признаки солонцеватости. Солонцеватость ряда мильских почв — явление настолько распространенное, что часто бывает затруднительно выделить разновидности, лишенные этого качества.

Для исследования были выбраны следующие почвы:

1. Разр. 901 — сероземная, остаточно-луговая почва, сильно солончаковатая, солонцеватая. Почва сформирована на тяжелых желто-бурых суглинках делювиально-пролювиальной наклонной равнины.

[1] А. Н. Розанов считает, что данные почвы относятся к особому типу, который он предлагает назвать серо-коричневым, или коричнеземами.

2. Разр. 930 — сероземно-луговая почва солончаковая, солонцеватая. Почва сформирована на слоистых суглинисто-глинистых древнеаллювиальных отложениях нижней части конуса выноса (дельты) р. Аракса. Этот вид почв очень характерен для значительной части Кура-Араксинской аллювиальной равнины. Почва прошла стадию лугового солонца солончакового. К настоящему времени она остепняется. Ранее возникший солонцовый горизонт в значительной мере утратил свои качества.

3. Разр. 845 — содово-сульфатный солонец-солончак. Почва отличается крайней слитностью всего профиля и очень неблагоприятными физическими свойствами. Развита на суглинистых аллювиальных отложениях.

4. Разр. 856 — хлоридно-сульфатный солонец на суглинистых аллювиальных отложениях.

5. Разр. 773 — солончак на аллювиальных отложениях.

В табл. 2 приведены аналитические данные, характеризующие отдельные горизонты почв.

Таблица 2

Данные анализа водных вытяжек из образцов почв в процентах на абсолютно сухую почву

№ разреза	Глубина, см	Влажность	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na· по разности	Гумус	$CaCO_3$
				CO_3''	HCO_3'							
901	0—4	4,70	0,223	0,004	0,0115	0,008	0,010	0,003	0,001	0,048	3,74	15,50
	4—14	5,50	0,214	0,001	0,106	0,017	0,023	0,003	0,001	0,057	2,18	16,50
930	0—3	3,17	0,392	Нет	0,133	0,090	0,047	0,028	Следы	0,099	2,40	12,00
	3—20	4,50	1,207	»	0,409	0,054	0,383	0,023	»	0,348	2,10	14,50
845	0—10		0,380	»	0,193	0,027	0,030	0,004	»	0,100	Не определялся	
856	0—5	4,76	0,260	0,009	0,115	0,026	0,021	0,002	»	0,068	То же	
773	0—4	4,18	5,789	Нет	0,063	2,845	0,743	0,210	0,063	1,863	»	»

В опыте с дистиллированной водой для верхнего горизонта (0—4 см) разр. 901 была установлена средняя скорость фильтрации 0,8—0,9 мл/мин. Фильтрование 44 мл фильтрата в этом случае заканчивалось в течение 50 мин.

Таблица 3

Состав обменных оснований. Разр. 901

Глубина, см	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Сумма	Ca	Mg	Na
	в % на абс.-сухую почву			в м-экв. на 100 г почвы				в % от суммы м-экв.		
0—4	0,434	0,053	0,076	21,70	4,34	3,30	29,34	74,0	14,8	11,2
4—14	0,434	0,053	0,081	21,70	4,34	3,52	29,56	73,50	14,7	12,0

В следующем солонцеватом горизонте (4—14 см) с дистиллированной водой обнаружена почти вдвое меньшая скорость фильтрации, в среднем равная 0,46 мл/мин. За 50 мин. профильтровалось 25,5 мл фильтрата.

Скорость фильтрации с артезианской водой в тех же образцах почвы и при тех же условиях опыта заметно изменилась. Для образца из горизонта 0—4 см она оказалась равной 2,86 мл/мин, т. е. втрое выше, чем с дистиллированной водой; вся фильтрация (43 мл фильтрата) заканчивалась за 15 мин.

Более высокая скорость фильтрации с артезианской водой обнаружена также и в образце из солонцеватого горизонта 4—14 см. Вместо прежних 0,46 мл/мин она стала равной 0,95 мл/мин. При этом худшие относительно верхнего горизонта показатели фильтрации сохранились и с артезианской водой. Фильтрация 43 мл фильтрата закончилась за 45 мин., в то время как для лежащего выше горизонта почвы она заканчивалась за 15 мин.

С водой Куры и Аракса фильтрация в образце из горизонта 0—4 см увеличивается еще больше — до 6—7 мл/мин, с водой из реки Каркарчай до 12 мл/мин, а с солоноватой водой из колодца — до 22 мл/мин.

В образце почвы из горизонта 4—14 см скорость фильтрации всех видов поливной воды была примерно вдвое меньше. Порядок, в котором эти воды оказывали влияние на скорость фильтрации, оставался тот же (табл. 4).

Таблица 4

Фильтрация в образцах сероземной почвы. Разр. 901

Вода, взятая для фильтрации	Продолжительность фильтрации, мин.	Количество фильтрата, мл	Скорость фильтрации, мл/мин	Химический состав фильтрата					
				CO''_3		HCO'_3		Cl'	
				г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
Горизонт 0—4 см									
Дистиллированная	50	44,0	0,88	0,009	0,29	0,072	1,18	0,022	0,62
Артезианская	15	43,0	2,86	0,009	0,29	0,275	4,50	0,075	2,11
р. Куры	5	33,5	6,70	0,005	0,15	0,154	2,52	0,028	0,79
р. Аракса	5	36,5	7,30	0,005	0,15	0,230	3,78	0,099	2,78
р. Каркарчая	3	44,0	12,66	0,009	0,29	0,239	3,91	0,086	2,42
Из колодца	2	44,0	22,0	0,009	0,29	0,438	7,17	0,315	8,87
Горизонт 4—14 см									
Дистиллированная	55	28,0	0,51	0,002	0,06	0,135	2,21	0,069	1,94
Артезианская	45	43	0,95	0,012	0,40	0,207	3,39	0,086	2,42
р. Куры	15	36	2,40	0,004	0,15	0,179	2,93	0,086	2,42
р. Аракса	10	33	3,30	0,009	0,29	0,231	3,78	0,133	3,74
р. Каркарчая	5	38	7,60	0,009	0,29	0,226	3,70	0,144	4,05
Из колодца	2	42	21,0	0,005	0,15	0,386	6,32	0,408	11,49

У следующей сероземно-луговой, солончаковой, солонцеватой почвы (разр. 930) исследовались горизонты 0—3 см и 3—20 см.

Образец почвы из горизонта 0—3 см имел довольно хорошую зернисто-комковатую структуру и относительно рыхлое сложение. Скорость фильтрации дистиллированной воды в образце почвы из этого горизонта была равна в среднем 1,23 мл/мин, а скорость фильтрации воды Аракса в том же образце 2,05 мл/мин (табл. 5).

Таблица 5

Фильтрация в образцах сероземно-луговой солончаковой почвы. Разр. 930

Вода, взятая для фильтрации	Продолжительность фильтрации, мин.	Количество фильтрата, г/л	Скорость фильтрации, мл/мин	Химический состав фильтрата					
				CO''_3		HCO'_3		Cl'	
				г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
Горизонт 0—3 см									
Дистиллированная	30	37,0	1,23	Не определялся					
р. Аракса	20	41,0	2,05	»	»				
Горизонт 3—20 см									
Дистиллированная	60	19,1	0,32	—	—	0,120	1,96	0,028	0,78
Артезианская	55	18,0	0,33	0,029	0,96	0,331	5,42	0,086	2,42
р. Куры	60	19,0	0,31	0,009	0,29	0,255	4,17	0,028	0,78
р. Аракса	60	19,0	0,31	0,018	0,59	0,304	4,98	0,105	2,95
Из колодца	1,5	42,5	28,3	0,009	0,29	0,613	10,04	0,349	9,83

В образце из горизонта 3—20 см наблюдалось снижение скорости фильтрации дистиллированной и всех других видов воды почти в три-четыре раза по сравнению со скоростью фильтраций тех же вод в образце из горизонта 0—3 см.

Скорость фильтрации дистиллированной воды в образцах сульфатно-содового солонца-солончака (табл. 6) замедлялась до 0,1 мл/мин, т. е. была в десятки раз меньше, чем в предыдущих случаях. Близкие к этим данные получены с артезианской водой, несколько лучшие результаты, но все же низкие — с куринской и араксинской водой (1 мл/мин). Лишь солоноватая вода из колодца обнаружила резкое возрастание скорости фильтрации — до 14 мл/мин.

Интересные данные получены при последовательных фильтрациях свежих порций дистиллированной воды в образцах другого солонца-солончака (разр. 856) хлоридно-сульфатного типа засоления. Содержание легкорастворимых солей в этом образце (глубина 5—13 см) приведено в табл. 2.

Исследование фильтрационных свойств в образце этой почвы показало, что каждое последующее промывание дистиллированной водой не снижало, как обычно, скорость фильтрации, а, наоборот, увеличивало ее (табл. 7). Повидимому, здесь — случай самомелиорации почвы независимо от качества воды. Чем дольше она обрабатывалась дистиллированной водой, тем лучшие фильтрационные свойства обнаруживала. Выявление подобных почв методом фильтрационного анализа безусловно имеет

Таблица 6

Фильтрация в образце содово-сульфатного солончака. Разр. 845

Вода, взятая для фильтрации	Продолжительность фильтрации, мин.	Количество фильтрата, мл	Скорость фильтрации, мл/мин	Химический состав фильтрата, г/л		
				CO_3''	HCO_3'	Cl'
Дистиллированная	90	12	0,14	0,071	0,289	0,021
Артезианская	70	26	0,37	0,018	0,347	0,081
р. Аракса I	60	44	0,73	0,009	0,289	0,105
» » II	34	24	0,70	0,009	0,270	0,081
» » III	40	25	0,62	0,004	0,255	0,086
р. Куры	45	32	0,72	0,018	0,197	0,063
Из колодца I	2	42,0	21,0	0,013	0,531	0,369
» » II	3	47,0	15,7	0,018	0,555	0,354
» » III	3	42,0	14,0	0,018	0,579	0,276

Таблица 7

Фильтрация в образце почвы из солонцового горизонта (глубина образца 5—13 см). Разр. 856

Последовательность фильтрации	Продолжительность фильтрации, мин.	Количество прошедшего фильтрата, мл	Скорость фильтрации, мл/мин.
Дистиллированная I	65	28,0	0,43
» II	55	32,5	0,59
» III	40	43,0	1,07
» IV	35	32,5	0,93

немаловажное практическое значение при мелиоративной оценке территорий.

Последним подвергся исследованию верхний горизонт солончака (разр. 773). Обработка дистиллированной водой образца из горизонта 0—4 см показала быстрое падение скорости фильтрации.

Первое фильтрование закончилось в течение 1 мин. 20 сек., причем профильтровалось 45 мл фильтрата; на третье и четвертое последовательное фильтрование потребовалось 35—40 мин.; скорость фильтрации понизилась до 1 мл/мин.

Легкорастворимые соли при первом и втором фильтровании выносились из почвы почти полностью (табл. 8). Совсем иное наблюдалось при фильтровании через тот же образец почвы воды Аракса. Первое фильтрование заканчивалось за 1 мин. 25 сек., но второе и последующие шесть фильтрований показали скорость в среднем 3 мл/мин. Фильтрация заканчивалась за 15—20 мин., т. е. вдвое быстрее, чем с дистиллированной водой.

Таблица 8

Фильтрация в образце верхнего солевого слоя солончака. Разр. 773

Вода, взятая для фильтрации, и последовательность фильтрации	Продолжительность фильтрации, мин.	Количество фильтрата, мл	Скорость фильтрации, мл/мин.	Химический состав фильтрата					
				CO_3''		HCO_3'		Cl'	
				г/л	м-экв.	г/л	м-экв.	г/л	м-экв.
Горизонт 0—4 см									
Дистиллированная I	1	45,0	37,5	—	—	0,072	1,18	5,69	160,28
» II	4	42,0	10,5	—	—	0,052	0,85	0,65	18,31
» III	35	45,0	1,28	—	—	0,062	1,01	0,007	0,19
» IV	40	40	1,0	—	—	0,048	0,78	0,001	0,03
р. Аракса I	1	45	36,0	—	—	0,275	4,51	4,60	129,58
» II	10	32,5	3,25	—	—	0,280	4,59	0,62	17,46
» III	12	47,0	3,9	—	—	0,275	4,51	0,11	3,09
» IV	15	47,0	3,13	—	—	0,270	4,43	0,08	2,25
» V	15	47,0	3,13	—	—	0,255	4,18	0,08	2,42
» VI	10	29,5	2,95	—	—	0,265	4,34	0,08	2,42
» VII	20	47,0	2,35	—	—	0,270	4,43	0,07	1,97
Повторно									
р. Аракса I	1	45	36,0	—	—	0,307	5,03	4,96	139,72
» II	20	44	2,93	—	—	0,295	4,38	0,67	18,87
» III	15	47	3,13	—	—	0,258	4,22	0,09	2,53
» IV	15	46	3,06	—	—	0,270	4,42	0,08	2,25
» V	15	45	3,03	—	—	0,265	4,34	0,08	2,25
» VI	15	42	2,80	—	—	0,265	4,34	0,09	2,53
» VII	15	39	2,60	—	—	0,270	4,42	0,10	2,81

Легкорастворимые соли вымывались араксинской водой в основном при первых двух фильтрованиях.

Полученные результаты убеждают, что во всех исследованных случаях качество поливной воды сильно влияет на скорость фильтрации. Последняя оказывается функцией свойств почвы и отчасти химического состава применяемой воды. Это последнее обстоятельство недостаточно учитывалось и не использовалось в практике промывок почв с плохими показателями коэффициентов фильтрации. Известны случаи, когда уже начатые промывки в результате значительного ухудшения фильтрационных свойств промываемых почв приходилось прекращать. В других случаях неблагоприятные физические свойства почв с самого начала не позволяли надеяться на успех промывок. Полученные в наших опытах результаты позволяют считать, что, выбирая и регулируя тем или иным способом состав промывных вод, можно достаточно активно воздействовать на скорость и эффективность промывок засоленных почв, обладающих плохой естественной водопроницаемостью. Особенно интересным и, нам думается, перспективным может быть применение в начале промывок вод повышенной минерализации. В этом смысле возможно использование минерализованных грунтовых вод, если концентрация солей в них ниже концентрации

почвенных растворов, а состав солей не грозит усилением солонцеватости.

Последующее удаление поступивших с этими водами заведомо меньших количеств солей при изменившейся дисперсности почв может оказаться задачей значительно более легкой.

Этими данными оправдывается также предложенное (В. А. Ковда) производство промывок засоленных почв последовательными небольшими нормами воды с целью меньшего разведения почвенных растворов в начале промывок, что должно дать положительный эффект на плохо фильтрующих почвах.

ЛИТЕРАТУРА

Антипов-Каратаев И. Н. Опыт применения фильтрационного метода к изучению факторов дисперсности почв. «Тр. Ленингр. лабор. Ин-та агропочв.», 1930.

Димо Н. А. Состояние почв при орошении на северной Мугани. «Докл. Всес. Акад. с.-х. наук им. Ленина», в. 4, 1949.

Саваренский Ф. П. Определение коэффициента водопроницаемости. Л.—М., 1932.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

1954

А. Т. МОРОЗОВ и И. А. ВЕРНИКОВСКАЯ

ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ СОЛЕЙ

(К вопросу о промывках тяжелых солонцеватых почв)

При решении мелиоративных задач, возникающих при освоении земель южных районов хлопковой зоны, применяются различные методы исследований. Помимо обычного деления на полевые, лабораторные и камеральные, а полевых, кроме того, на стационарные, полустационарные и экспедиционные, можно разделить методы и по другому признаку, а именно: на группу подсобных методов, задача которых — собрать фактические данные по тому или другому вопросу; на группу методов, устанавливающих принцип или схему решений мелиоративных вопросов; на группу методов, предназначаемых для проверки принятых схем или принципов решения мелиоративных задач. Последние две группы близки между собой и их можно объединить. Проводя исследования, мы в сущности связываем между собой все группы методов, поскольку всегда ставятся обе цели: собрать данные и дать методы их использования или проверить по полученным данным имеющиеся решения. Тем не менее в каждом из конкретных опытов или этапов исследований приходится, как правило, выделять и преимущественно разрабатывать то одну, то другую сторону исследования.

Некоторые из методов отличаются присущим им комплексным характером, способностью дать ответы на вопросы о составе характеристических показателей и о способах их использования и применения. К таким методам относится лабораторный способ изучения почв на монолитах. По этим мотивам он и выбран нами для освещения вопросов о возможных для практического применения схемах промывок и мелиорации солонцеватых и солончаковых почв. Введенный в состав лабораторных методов Гейтмановым (1929) и Астаповым (1933, 1936), он сначала считался характеризующим истинные водные свойства почв, в противоположность методам работы с насыпными образцами или малыми врезными цилиндрами (высотой до 10 см, диаметром 5—8 см).

Критика метода монолитов, данная Вильямсом (1935), была подтверждена сопоставлением результатов полевых и лабораторных определений, в частности определений водных свойств и фильтрации.

Лабораторные данные (Морозов, 1935), полученные при исследованиях в монолитах водно-физических свойств и выщелачивания почвогрунтов Алейской оросительной системы, выявили, что фильтрационные показатели в монолитных образцах занижены по сравнению с полевыми опре-

делениями на больших площадях. В литературе описан случай (Шарапкин, 1938), когда фильтрация из канала, имея тот же ход, количественно не совпала с данными, полученными на монолитах грунтов, взятых в канале: она была в 2—6 раз больше.

Следовательно, необходимо признать некоторую ограниченность применения метода монолита. Этот метод может быть использован при изучении закономерностей выщелачивания при разработке схемы промывок почв в целях их мелиорации. В предыдущих работах А. Т. Морозовым была обоснована методика непрерывного отбора проб фильтратов для изучения кинетики выщелачивания и способы контроля за выщелачиванием при помощи измерений электропроводности. Согласно работам Астапова (1933), Морозова (1935), Качинского (1937), в опытах с монолитами моделируются некоторые явления передвижения и перераспределения воды в пределах почвенной колонны, процессы перемещения и перераспределения солей, общая схема явлений обменных физико-химических реакций, воспроизводимая приуроченно к почвам с естественной структурой при соотношениях воды и почвы, близких к реальным.

В опытах с монолитами не изучается полный комплекс природных условий, например, не воспроизводится фон культур с свойственными им обработками, фон природного температурного режима и не улавливается значение природной дифференциации водных свойств в пределах площадок, соизмеримых с поливными (в пределах полей, междудренья, чеков, борозд). Тем не менее и при исследованиях на монолитах можно получать ценные для практических целей сведения. Для этого собранные методом монолитов данные должны использоваться при одновременном рассмотрении полевых данных, полученных в производственных условиях, причем способы увязки результатов полевых и лабораторных исследований должны быть вполне конкретными и рассматриваться в своем месте при решении задач о производственных промывках.

В орошаемых районах значительное место занимают исследования мелиорации засоленных почв, в первую очередь их промывок.

Разработка рациональных способов освоения засоленных почв и восстановление высокого плодородия вторично засоленных почв — одна из важных задач практики и мелиоративной науки.

Мелиорация и освоение засоленных почв должны начинаться с рассоления почв. Наиболее разработан способ удаления избыточного количества солей путем промывки засоленных земель. Промывка имеет целью в первую очередь опреснить 0,7—1,0-метровый слой почвы, а в сочетании с планомерным дренированием осваиваемых территорий рассолить более мощную толщу грунтов, опресняя и верхние слои грунтовых вод.

Для правильного применения промывок необходимо устанавливать зависимость интенсивности и глубины рассоления от взятых промывных норм. Расчетные схемы изучались нами в Лаборатории мелиоративного почвоведения Московского гидромелиоративного института имени Вильямса по заданию Кура-Араксинской экспедиции Почвенного института АН СССР.

Ниже рассмотрены произведенные на монолите исследования светло-луговой солонцевато-солончаковой почвы, тяжелого механического состава, взятой из одного пункта в Азербайджане.

Опыты промывки в полевых условиях (Волобуев, 1948) показали, что почвы промываются с трудом ввиду их низкой водопроницаемости при тяжелом механическом составе почв и грунтов и повышенной солонцеватости, а также из-за увеличенной водоудерживающей способности и высо-

кого стояния грунтовых вод. Взятый монолит представлял солонцевато-солончаковую почву с участка, где были произведены одногодичные опыты безуспешной промывки и освоения почв.

Характеристика засоления солонцевато-солончаковой почвы, представленной монолитом 4, приведена в табл. 1. Величина плотного остатка по данным водной вытяжки колебалась по горизонтам от 1,2 до 3,8%, тип засоления — сульфатный.

Таблица 1

Данные анализов водной вытяжки почвы монолита до опытов

Глубина, см	Плотный остаток	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$ по разности	$\frac{SO_4''}{Cl'}$	$\frac{Na^{\cdot}-Cl'^{*}}{SO_4''}$	$\frac{Cl'}{SO_4''}$
		В % на абсолютно-сухую почву									
0—11	1,200	Следы		0,102	0,137	0,518	0,031	0,008	0,325	—	—	—
11—23	2,800	»		0,060	0,189	1,650	0,215	0,039	0,614	—	—	—
23—45	2,500	»		0,061	0,172	1,453	0,101	0,020	0,676	—	—	—
45—63	2,884	»		0,052	0,154	1,447	0,120	0,047	0,586	—	—	—
63—72	3,800	»		0,052	0,223	2,278	1,189	0,036	0,970	—	—	—
72—99	3,800	»		0,058	0,223	1,949	0,186	0,045	0,801	—	—	—
		В миллиэквивалентах									
0—11	32,62	—		1,67	3,87	10,77	1,53	0,63	14,14	2,8	0,9	0,36
11—23	81,30	—		0,98	5,32	34,35	10,72	3,20	26,73	6,4	0,6	0,15
23—45	72,20	—		1,00	4,84	30,26	5,03	1,64	29,43	6,2	0,8	0,16
45—63	70,68	—		0,86	4,35	30,13	5,98	3,86	25,50	7,0	0,7	0,14
63—72	109,16	—		0,86	6,29	47,43	9,43	2,96	42,19	7,5	0,8	0,13
72—99	95,66	—		0,96	6,29	40,58	9,28	3,70	34,85	6,4	0,8	0,15
		В % от суммы миллиэквивалентов									
0—11	—	—		5,12	11,86	33,02	4,69	1,96	43,35	—	—	—
11—23	—	—		1,18	6,55	42,27	13,18	3,95	32,87	—	—	—
23—45	—	—		1,39	6,70	41,91	6,96	2,27	40,77	—	—	—
45—63	—	—		1,04	5,26	43,70	8,46	5,46	36,08	—	—	—
63—72	—	—		0,79	5,76	43,45	8,64	2,72	38,64	—	—	—
72—99	—	—		1,00	6,58	42,42	9,70	3,86	36,44	—	—	—

* Это отношение использовалось Сулиным как относительный показатель возможности существования Na_2SO_4.

В табл. 2 приведены данные механического анализа по методу пипетки с обработкой почвы HCl.

Образцы взяты до опыта.

В целях изучения выщелачивания в его крайнем проявлении через монолит фильтровалась дистиллированная вода. Для этого на поверхности почвы в верхней воронке монолита все время поддерживался слой в 8—10 см.

Механический состав

(% фракции от веса абсолютно-сухой почвы)

Таблица 2

Глубина, см	Влажность, %	Солей, %	Размеры фракций, мм							
			> 1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	0,001 <
0—11	3,61	8,11	Нет	0,04	0,06	22,42	21,26	11,04	13,28	31,90
11—23	5,16	12,26	»	0,01	0,03	9,78	12,46	22,60	18,38	36,74
23—45	3,35	10,52	»	0,02	0,02	22,68	34,48	9,36	11,20	22,24
45—63	3,17	10,16	»	0,02	0,01	9,73	49,74	7,80	11,28	21,52
63—72	4,69	14,52	»	0,01	Нет	3,19	16,20	12,64	21,92	46,04
72—99	3,50	12,22	»	0,06	0,04	25,98	27,22	10,20	12,72	23,78

Из-за тяжелосуглинистого механического состава и сильной солонцеватости почвы лабораторные опыты по промывке продолжались очень долго (до 25 месяцев). Промывку монолита начали 23.XII 1948 г.; в течение почти четырех месяцев вода медленно увлажняла его, впитываясь под указанным небольшим напором стоявшего на поверхности почвы слоя воды. Только 20.IV 1949 г. из монолита начал вытесняться раствор, и первая проба фильтрата в 40 см³ была собрана 28.IV. Коэффициент фильтрации вначале был равен $0{,}64 \cdot 10^{-6}$ см/сек, постепенно он повышался (табл. 3).

Непрерывный отбор проб фильтратов и их анализы (табл. 4) позволили установить закономерно развивавшиеся изменения состава выносимых солей и остаточного содержания их в почве и выявившуюся в связи с выщелачиванием динамику фильтрационных свойств. Коэффициент фильтрации его, увеличиваясь от $0{,}64 \cdot 10^{-6}$ см/сек, спустя шесть месяцев достиг $3{,}9 \cdot 10^{-6}$ см/сек.

Анализ фильтратов, собранных без пропусков, показал (табл. 4), что максимальная концентрация воднорастворимых солей наблюдалась в первой пробе, в которой плотный остаток составил 189,8 г/л. При этом отметилась высокая (до 0,6 г/л) щелочность от нормальных карбонатов, что наряду с морфологическими фильтрационными признаками может указывать на сильную солонцеватость почвы до промывки.

В ходе выщелачивания общая щелочность и щелочность от нормальных карбонатов в фильтратах непрерывно снижалась. Это можно истолковать как показатель уменьшения солонцеватости почвы, в соответствии с чем в циркулирующем почвенном растворе должно ожидаться, и действительно обнаружилось, увеличение относительного содержания иона кальция. Рассолонцевывание подтвердилось также увеличением коэффициента фильтрации.

В соответствии с наибольшей подвижностью иона хлора и наблюдавшимся вытеснением натрия из поглощенного состояния, при выщелачивании раньше всего вымылись именно хлор и натрий. Поэтому в ходе выщелачивания больше всего упало содержание хлора и натрия, если брать %-эквивалентное выражение (табл. 4). В последних фильтратах оно стало минимальным. Медленнее всех выщелачивался ион кальция,

Таблица 3

Изменения коэффициента фильтрации при первом этапе промывки однометрового монолита сечением 144 см²

Дата	Часы	Суммы профильтровавшей воды, см	Коэффициент фильтрации $K_{10} \cdot 10^{-6}$, см/сек	Дата	Часы	Суммы профильтровавшей воды, см	Коэффициент фильтрации $K_{10} \cdot 10^{6}$ см/сек
23.XII 1948	Начало промывки	—	—	29.VIII	9,2	21,49	4,18
30.IV 1949	14,2	0,43	0,64	31.VIII	9,5	22,38	3,99
9.V	13,1	1,60	1,51	5.IX	9,5	24,35	4,00
17.V	11,0	2,35	0,80	8.IX	9,5	25,69	3,96
2.VI	14,5	3,66	0,74	10.IX	17,5	26,60	3,74
11.VI	12,0	4,69	0,93	16.IX	9,5	28,58	3,11
17.VI	9,8	5,63	1,21	24.IX	9,2	31,49	3,72
1.VII	13,0	8,11	1,35	1.X	17,5	33,86	3,79
21.VII	10,0	11,35	1,25	7.X	17,5	36,14	3,70
30.VII	11,0	12,32	0,93	10.X	9,2	37,33	3,63
4.VIII	9,2	12,93	0,94	14.X	9,0	38,92	3,49
9.VIII	9,3	13,67	1,36	21.X	13,8	41,65	3,46
13.VIII	9,2	14,67	2,10	26.X	15,5	43,73	3,87
18.VIII	9,2	16,62	3,36	1.XI	9,0	46,40	3,82
23.VIII	9,2	18,64	3,38	9.XI	9,5	49,76	3,88
26.VIII	17,0	20,25	3,74	12.XI	9,5	50,51	3,92
Подачу воды прекратили, сток воды продолжался до получения предельной влагоемкости							
15.XI	9,5	57,47	3,12	28.XI	9,5	58,79	0,42
19.XI	10,5	58,08	1,57	2.XII	10,0	58,93	0,33
22.XI	14,5	59,44	1,11	6.XII	9,5	58,99	0,10
24.XI	14,0	58,62	0,85				

и под конец выщелачивания ионы кальция и SO_4 стали преобладающими. Из-за сложных соотношений динамики ионов при промывках наиболее точно полный запас воднорастворимых солей может быть установлен по анализам всех фильтратов. Он не совпадает с запасом солей в монолите, высчитанным по водной вытяжке (табл. 5). Объяснения этому будут даны ниже.

Непрерывные замеры и анализы фильтратов позволили вычислить кинетику выщелачивания и найти ход нарастания количества ионов, вынесенных с фильтратами из метровой толщи. Отсюда, учитывая объемы фильтратов, были рассчитаны эффективности разных промывных норм, т. е. вынесенные доли от всех запасов солей и ионов.

В табл. 6 показаны количества выщелоченных ионов и проценты их от общих запасов ионов. Эти количества устанавливаются для разных промывных норм воды. Выщелачивание сопоставляется с объемом воды,

Таблица 4

Анализ фильтратов, полученных в опыте промывки метровой колонки монолита луговой солонцевато-солончаковой тяжелосуглинистой почвы

ПЕРВЫЙ ЭТАП ПРОМЫВКИ

№ пробы	Объем пробы, см³	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na· по разности
			CO_3''	HCO_3'					
		В граммах на литр							
1	40	189,85	0,60	2,60	22,42	91,39	0,53	4,35	50,44
2	28	173,62	0,45	1,84	18,48	82,85	0,60	2,45	47,04
3	82	183,23	0,39	1,73	18,15	88,90	0,54	3,53	47,70
4	55	176,72	0,33	1,40	17,80	88,40	0,53	3,68	46,83
5	45	176,42	0,30	1,84	18,40	90,30	0,58	2,78	49,94
6	60	169,15	0,32	1,63	17,10	77,70	0,51	3,62	41,46
7	50	156,06	0,38	1,68	15,80	80,50	0,53	3,67	41,88
8	135	140,42	0,39	1,72	15,80	65,50	0,51	3,42	35,20
9	105	125,38	0,34	1,69	13,80	61,60	0,56	3,25	32,30
10	118	120,10	0,42	1,70	13,80	58,50	0,52	3,04	31,27
11	188	108,79	0,38	1,57	12,59	48,71	0,56	2,72	26,30
12	120	102,02	0,28	1,60	12,20	49,30	0,52	2,49	26,82
13	102	97,96	0,34	1,55	11,80	50,00	0,43	2,28	27,37
14	110	94,02	0,25	1,55	11,50	44,50	0,52	2,35	24,31
15	130	80,68	0,18	1,32	10,80	41,10	0,49	2,22	22,42
16	130	89,84	0,13	1,55	10,80	42,50	0,50	2,25	23,11
17	120		0,13	1,64	10,20	43,00	0,50	1,16	25,05
18	210	88,47	0,18	1,62	10,20	44,40	0,48	2,06	24,05
19	300	79,27	0,16	1,50	9,20	37,70	0,46	1,86	20,58
20	300	74,29	0,18	1,62	8,30	36,00	0,45	1,62	19,65
21	213	66,32	0,20	1,50	6,92	35,59	0,45	1,31	19,10
22	350	63,26	0,16	1,60	4,90	34,90	0,45	1,26	17,57
23	310	56,18	0,16	1,61	4,60	33,20	0,43	1,00	17,10
24	340	52,84	0,17	1,50	4,20	29,50	0,43	0,84	15,35
25	325	50,80	0,16	1,49	3,60	29,50	0,43	0,75	15,34
26	320	48,42	0,19	1,44	2,90	27,30	0,43	0,52	14,02
27	400	37,01	0,18	1,41	0,79	23,80	0,43	0,51	10,99
28	400	31,92	0,16	1,20	0,47	20,00	0,41	0,44	9,25
29	400	29,80	0,16	1,26	0,31	18,68	0,37	0,57	8,37
30	685	27,62	0,10	1,15	0,13	17,80	0,39	0,38	7,86
31	550	24,00	0,09	1,09	0,13	15,86	0,39	0,30	6,85
32	550	22,26	0,08	1,09	0,11	13,94	0,39	0,27	6,20
33	260	19,60	0,12	1,04	0,06	12,30	0,33	0,21	5,54
34	550	18,02	0,07	0,88	0,04	11,54	0,27	0,26	5,09
35	300	17,90	0,02	1,01	0,03	11,80	0,35	0,29	4,84
36	218	17,88	0,02	0,93	0,03	11,10	0,33	0,22	4,90

Таблица 4 (продолжение)

№ пробы	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na· по разности
	CO_3''	HCO_3'					
	В миллиэквивалентах						
1	20,0	42,7	632,2	1902,7	26,6	357,8	2193,3
2	15,0	30,2	521,1	1724,9	29,8	201,2	2045,2
3	13,0	28,4	511,8	1850,9	26,9	290,3	2073,8
4	11,0	22,9	502,0	1840,5	26,4	302,6	2036,2
5	10,0	30,2	518,9	1880,1	28,9	228,6	2171,5
6	10,7	26,7	481,2	1617,7	25,4	297,7	1802,5
7	12,7	27,6	445,6	1676,0	26,4	301,8	1821,8
8	12,8	28,2	445,6	1363,7	25,4	281,7	1530,4
9	11,3	27,7	389,2	1282,5	27,9	267,3	1403,6
10	13,9	27,9	389,2	1218,0	25,9	250,0	1359,0
11	12,6	25,6	355,0	1014,1	27,9	223,4	1143,6
12	9,3	26,2	344,0	1026,4	25,9	204,8	1165,9
13	11,3	25,5	332,8	1041,0	21,5	187,5	1190,3
14	8,3	25,5	324,3	926,5	25,9	193,3	1057,1
15	6,0	21,6	304,6	855,7	24,4	182,6	974,8
16	4,3	25,5	304,6	884,8	24,9	185,0	1004,9
17	4,3	26,9	287,6	895,3	24,9	95,4	1089,4
18	6,0	26,6	287,6	924,4	23,8	169,1	1045,7
19	5,4	24,6	259,4	784,9	22,9	153,0	893,0
20	6,0	26,6	234,1	749,5	22,6	133,2	854,2
21	6,7	24,6	195,3	741,0	22,4	108,0	830,4
22	5,8	26,2	138,2	726,6	22,4	103,5	765,0
23	5,2	26,2	129,7	691,2	21,4	82,2	743,5
24	5,7	24,6	118,4	616,2	21,4	69,1	668,6
25	5,2	24,4	101,5	614,2	21,4	61,7	657,0
26	6,2	23,6	81,8	568,4	21,4	42,5	609,8
27	6,0	23,1	22,4	495,5	21,4	41,7	478,0
28	5,2	19,7	13,2	416,4	20,5	46,6	382,2
29	5,2	20,7	9,0	388,9	18,4	36,3	363,8
30	3,2	18,9	3,6	370,6	19,4	31,5	341,9
31	3,1	17,9	3,6	319,8	19,4	25,0	298,0
32	2,8	17,9	3,0	290,2	19,4	22,0	269,5
33	4,0	17,1	1,6	256,1	16,4	17,4	241,0
34	2,4	14,4	1,1	240,3	13,5	21,0	221,3
35	0,8	16,6	0,9	235,3	17,6	24,3	210,8
36	0,8	15,3	0,9	231,2	16,4	17,8	213,1

Таблица 4 (продолжение)

№ пробы	Общая щелочность	Cl′	SO_4''	Ca·	Mg··	Na· по разности
			В % от суммы миллиэквивалентов			
1	0,83	12,27	36,90	0,51	6,94	42,55
2	0,67	11,44	37,89	0,66	4,42	44,92
3	0,50	10,79	38,71	0,56	6,07	43,37
4	0,48	10,61	38,91	0,56	6,40	43,04
5	0,63	10,68	38,69	0,60	4,71	44,69
6	0,63	11,32	38,05	0,60	7,00	42,40
7	0,64	10,37	38,99	0,61	7,01	42,38
8	0,77	12,13	37,10	0,69	7,66	41,65
9	0,82	11,45	37,73	0,82	7,87	41,31
10	0,85	11,90	37,25	0,79	7,65	41,56
11	0,92	12,73	36,35	1,00	8,01	40,99
12	0,94	12,32	36,74	0,93	7,33	41,74
13	0,91	11,89	37,20	0,77	6,70	42,53
14	1,00	12,70	36,30	1,02	7,57	41,41
15	0,91	12,88	36,21	1,03	7,72	41,25
16	1,05	12,54	36,41	1,03	7,62	41,35
17	1,11	11,89	37,00	1,03	3,94	45,03
18	1,07	11,61	37,32	0,96	6,82	42,22
19	1,15	12,14	36,71	1,07	7,16	41,77
20	1,31	11,59	37,10	1,12	6,60	42,28
21	1,28	10,16	38,56	1,17	5,62	43,21
22	1,47	7,76	40,77	1,26	5,82	42,92
23	1,55	7,66	40,79	1,26	4,85	43,89
24	1,62	7,80	40,58	1,40	4,56	44,04
25	1,65	6,86	41,49	1,45	3,17	44,38
26	1,75	6,07	42,18	1,59	3,15	45,26
27	2,47	2,39	45,14	2,27	4,45	43,28
28	2,19	1,47	46,34	2,28	4,64	43,08
29	2,47	1,07	46,46	2,20	4,34	43,46
30	2,39	0,47	47,14	2,51	4,00	43,49
31	2,61	0,54	46,85	2,82	3,65	43,53
32	2,87	0,48	46,65	3,14	3,54	43,32
33	3,10	0,29	46,61	2,96	3,18	43,86
34	2,82	0,23	46,95	2,63	4,12	43,25
35	3,28	0,18	46,54	3,49	4,81	41,70
36	3,08	0,18	46,74	3,34	3,59	43,07

Таблица 4 (продолжение)

ВТОРОЙ ЭТАП ПРОМЫВКИ

№ пробы	Плотный остаток	Щелочность CO_3''	Щелочность HCO_3'	Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na· по разности
				В граммах на литр				
37	15,28	0,04	0,52	0,12	9,82	0,26	0,26	4,20
38	14,00	0,02	0,46	0,10	9,02	0,27	0,21	3,86
39	13,80	0,04	0,51	0,09	8,86	0,28	0,22	3,76
40	14,23	0,03	0,78	0,08	8,86	0,29	0,29	3,73
41	13,75	0,04	0,51	0,08	8,82	0,36	0,22	3,65
42	13,70	0,06	0,80	0,08	8,52	0,27	0,23	3,71
43	13,60	0,06	0,79	0,08	8,54	0,33	0,27	3,55
44	12,60	0,06	0,74	0,07	8,00	0,28	0,28	3,31
45	11,00	0,06	0,63	0,07	7,02	0,29	0,18	2,97
46	10,20	0,04	0,41	0,05	6,54	0,30	0,14	2,72
47	9,60	0,04	0,58	0,04	5,82	0,32	0,12	2,44
48	7,20	0,05	0,35	0,03	4,54	0,33	0,10	1,76
49	6,73	0,02	0,39	0,02	3,86	0,31	0,10	1,47
50	6,64	0,03	0,31	0,02	3,80	0,28	0,14	1,37
51	7,14	0,02	0,30	0,01	4,42	0,34	0,12	1,62
52	7,30	0,04	0,35	0,003	4,60	0,40	0,16	1,58
53	7,32	0,03	0,38	0,001	4,72	0,41	0,17	1,61
54	6,72	0,04	0,42	0,002	3,95	0,42	0,16	1,28
55	6,12	0,03	0,40	0,001	3,92	0,45	0,12	1,28
56	6,10	0,02	0,37	0,001	3,86	0,41	0,14	1,25
57	6,04	0,03	0,35	0,001	3,86	0,39	0,12	1,31
58	6,02	0,03	0,40	0,003	3,50	0,41	0,17	1,04
59	6,08	0,01	0,37	0,003	2,95	0,39	0,15	0,92
60	4,60	Следы	0,33	0,003	2,94	0,40	0,14	0,82
61	4,23	»	0,30	0,003	2,78	0,42	0,14	0,69
62	4,01	Нет	0,25	0,005	2,24	0,45	0,10	0,47
63	3,81	»	0,26	0,002	2,16	0,49	0,08	0,43
64	3,91	»	0,27	0,005	2,24	0,45	0,11	0,45
65	3,72	Следы	0,27	0,003	2,25	0,45	0,11	0,64
66	3,55	»	0,26	0,003	2,23	0,46	0,10	0,45
67	3,51	»	0,26	0,003	2,20	0,51	0,14	0,31
68	3,38	0,02	0,24	0,003	2,10	0,50	0,13	0,28
69	3,22	0,01	0,22	0,003	2,04	0,50	0,15	0,21
70	2,99	0,01	0,22	0,002	1,84	0,50	0,12	0,16
71	2,91	0,01	0,21	0,002	1,84	0,52	0,11	0,15
72	2,90	0,01	0,20	0,003	1,84	0,51	0,12	0,15
73	2,82	0,01	0,20	0,003	1,80	0,52	0,11	0,15
74	2,70	Нет	0,18	Следы	1,68	0,48	0,10	0,13
75	2,65	»	0,19	»	1,65	0,55	0,10	0,03
76–80	2,59	»	0,18	»	1,62	0,55	0,10	0,02
81–89	2,47	»	0,18	»	1,58	0,50	0,09	0,02
90–95	2,40	»	0,18	»	1,53	0,51	0,08	0,06
95–99	2,48	»	0,20	»	1,53	0,52	0,07	0,09

Таблица 4 (продолжение)

№ пробы	CO_3''	HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+ по разности
	В миллиэквивалентах						
37	1,3	8,5	3,3	204,5	12,7	21,1	
38	0,7	7,5	2,9	187,8	13,2	17,2	182,5
39	1,3	8,3	2,5	184,5	13,7	18,1	167,9
40	1,0	12,7	2,4	184,5	14,2	23,2	163,5
41	1,3	8,3	2,4	183,6	17,8	18,1	162,1
42	2,0	13,1	2,4	177,4	13,2	18,3	158,6
43	2,0	12,9	2,4	177,8	16,5	21,9	161,3
44	2,0	12,2	2,0	166,6	14,1	22,7	154,5
45	2,0	10,3	2,0	146,2	14,5	15,0	144,8
46	1,3	6,7	1,4	136,2	15,1	11,5	129,0
							118,2
47	1,3	9,6	1,2	121,2	16,0	10,0	106,1
48	1,6	5,8	0,9	94,5	16,2	8,3	76,4
49	0,7	6,3	0,6	80,4	15,3	8,3	63,8
50	1,0	5,1	0,6	79,1	14,0	11,5	59,6
51	0,7	4,9	0,2	92,0	17,0	10,0	70,4
52	1,3	5,8	0,08	95,8	20,0	12,7	68,9
53	1,0	6,3	0,02	98,3	20,3	14,1	70,2
54	1,3	6,8	0,05	82,2	20,8	12,7	55,6
55	1,0	6,5	0,02	81,6	22,5	9,9	55,8
56	0,7	6,0	0,02	80,4	20,3	11,5	54,8
57	1,0	5,8	0,02	80,4	19,5	10,0	56,8
58	1,0	6,6	0,08	72,9	20,5	13,9	45,4
59	0,3	6,0	0,08	65,4	19,5	12,0	40,0
60	Следы	5,4	0,08	61,5	20,0	11,5	35,5
61	»	4,8	0,08	57,9	21,0	11,5	29,9
62	Нет	4,1	0,14	46,6	22,5	8,3	20,6
63	»	4,2	0,05	45,0	24,5	6,3	18,5
64	»	4,5	0,14	46,6	22,5	9,0	19,6
65	Следы	4,5	0,08	46,8	22,5	9,0	28,0
66	»	4,3	0,08	46,4	22,8	8,3	19,5
67	»	4,2	0,08	45,8	25,3	11,5	13,4
68	0,7	4,0	0,08	43,7	25,0	10,5	12,3
69	0,3	3,6	0,08	42,5	25,0	12,0	9,2
70	0,3	3,6	0,05	38,3	25,0	10,0	6,8
71	0,3	3,4	0,05	38,3	25,9	9,0	6,6
72	0,3	3,2	0,08	38,2	25,5	10,0	6,6
73	0,3	3,2	0,08	37,5	25,9	9,0	5,5
74	Нет	3,0	Следы	35,0	23,9	8,3	1,5
75	»	3,1	»	34,4	27,4	8,3	1,3
76—80	»	2,9	»	33,7	27,4	8,3	1,3
81—89	»	2,9	»	32,9	26,9	7,0	2,7
90—95	»	2,9	»	31,8	25,6	6,6	3,8
96—99	»	3,2	»	32,2	25,9	5,9	

Таблица 4 (окончание)

№ пробы	HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+ по разности
	В % от суммы миллиэквивалентов					
37	1,96	0,76	42,28	2,95	4,87	42,18
38	1,89	0,74	47,37	3,33	4,29	42,38
39	2,12	0,62	47,26	3,51	4,64	41,85
40	3,20	0,58	46,22	3,56	5,82	40,62
41	2,14	0,61	47,25	4,58	4,61	40,81
42	3,40	0,61	45,99	3,42	4,75	41,83
43	3,33	0,57	46,10	4,26	5,68	40,06
44	3,37	0,56	46,07	3,89	6,28	39,83
45	3,24	0,61	46,15	4,56	4,73	40,71
46	2,31	0,49	47,20	5,22	3,79	40,99
47	3,62	0,49	45,89	6,04	3,79	40,17
48	2,84	0,45	46,71	8,01	4,23	37,76
49	3,62	0,40	45,98	8,76	4,76	36,48
50	2,97	0,38	46,65	8,24	6,58	35,18
51	2,49	0,10	47,41	8,73	4,99	36,28
52	2,82	0,05	47,13	9,83	6,27	33,90
53	3,00	0,02	46,98	9,70	6,73	33,57
54	3,82	0,03	46,15	11,67	7,16	31,17
55	3,68	0,02	46,30	12,73	5,60	31,67
56	3,50	0,01	46,49	11,83	6,48	31,69
57	3,35	0,01	46,64	11,29	5,73	32,98
58	4,12	0,05	45,83	12,87	8,58	28,55
59	4,21	0,06	45,73	13,61	8,39	28,00
60	4,01	0,06	45,93	14,91	8,59	26,50
61	3,81	0,06	46,13	16,69	9,44	23,87
62	4,06	0,13	45,81	22,06	7,75	20,19
63	4,25	0,05	45,70	24,84	6,36	18,80
64	4,35	0,14	45,51	21,85	8,99	19,16
65	4,35	0,07	45,58	21,85	8,80	19,35
66	4,25	0,07	45,68	22,43	8,41	19,16
67	4,19	0,07	45,74	25,24	11,41	13,35
68	4,19	0,08	45,73	26,10	11,01	12,89
69	3,96	0,08	45,96	27,00	13,07	9,93
70	4,23	0,06	45,71	29,88	11,98	8,14
71	4,08	0,06	45,86	31,06	11,02	7,92
72	3,84	0,09	46,07	30,76	11,38	7,86
73	3,94	0,09	45,97	31,51	10,68	7,81
74	3,88	—	46,12	31,51	11,27	7,22
75	4,11	—	45,89	36,66	11,42	1,92
76—80	3,97	—	46,03	37,45	10,76	1,79
81—89	4,02	—	45,98	37,65	9,77	2,58
90—95	4,24	—	45,76	36,81	9,44	3,75
96—99	4,62	—	45,38	36,25	8,34	5,41

Таблица 5

Запасы ионов (в т/га) до промывки по данным водной вытяжки

Плотный остаток	HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$
334,83	7,45	22,22	195,10	24,83	5,68	122,92

прошедшей через почву, а не поданной на промывку. При пересчетах на подачу надо учитывать, что, согласно Розову (1936) и другим авторам, полная промывная норма состоит из подачи воды на насыщение до предельной влагоемкости почвы, на возмещение потерь на испарение и из собственно промывающей почву нормы или нормы вытеснения солевого раствора из почвы.

Таблица 6

Сумма выщелоченных ионов (в т/га и в % от запасов) по анализам водной вытяжки

Вытесняющая часть промывной нормы, м³/га	Плотный остаток		Cl		SO_4		Ca		Mg		Na	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
1000	127	38	14	63	61	31	0,5	2	2,9	52	32	26
1600	167	49	18	81	79	40	0,7	3	3,7	65	42	34
2000	192	57	21	94	92	47	0,9	4	4,2	75	49	39
3000	254	75	25	112	128	65	1,4	6	5,2	92	67	54
4000	281	86	26	117	145	74	1,7	7	5,7	100	74	60
6000	328	97	26	117	175	89	2,3	9	6,3	111	89	72

Если рассматривать процент выщелачивания ионов в нижней строке табл. 6, то видно, что хлор был собран в фильтратах в количестве, на 17% превышающем его запасы, установленные по водным вытяжкам. Так как ошибки определений хлора и производимых по ним расчетов значительно меньше 17%, то расхождения объясняем неравномерностью распределения хлора в почве, вследствие чего в пробах, взятых с боковых сторон монолита, случайно оказался меньший процент хлора, чем во всем монолите. Этим же объясняется и избыток в фильтратах магния, собранного на 11% больше, чем он был определен для исходного состояния почвы.

Остальные ионы были вынесены с фильтратами в количествах, меньших по сравнению с их запасами, установленными по водной вытяжке. И еще надо учесть, что для ионов, входящих в труднорастворимые соли, не следует ожидать полного перехода в раствор при приготовлении водной вытяжки с отношением воды к почве 5 : 1. Поэтому ни запасы $CaSO_4$, ни запасы $CaCO_3$ в почве не определяются полностью по водной вытяжке. Можно только ожидать увеличения запасов натрия в водной вытяжке,

что объясняется происходящим при обработке почвы вытеснением натрия водой из поглощенного состояния. Этому также способствовало широкое отношение воды и почвы (5 : 1) и сниженные концентрации натрия и кальция в водной вытяжке, если их сравнивать с фильтрующимися растворами. Уменьшение адсорбций катиона с меньшей валентностью и увеличение адсорбции катиона с большей валентностью при разбавлении растворов было установлено еще Гедройцем (1932) и Ивановой (1933). В соответствии с этим, когда производилась водная вытяжка при отношении воды к почве 5 : 1, кальций вытеснял натрий из поглощенного состояния интенсивнее, чем в ходе промывки. Для последней характерно узкое отношение всей профильтрованной воды к почве (0,4 : 1).

Также не балансируется вычисленная по водным вытяжкам убыль солевых запасов, равная разности запасов до промывки (табл. 5) и после первого этапа промывки (табл. 8), с количеством ионов в собранных фильтратах (табл. 6). Это вызвано тем, что растворение солей идет по-разному в монолите при его промывке и в образце почвы при производстве водной вытяжки.

Вполне понятно, что весь плотный остаток, а также HCO_3, SO_4, кальций и магний, вынесенные с фильтратами, превысили разность найденных по водной вытяжке воднорастворимых запасов до и после промывок. Такие соли, как $CaCO_3$, $CaSO_4$, $CaMg(CO_3)_2$, образованные этими ионами, не переходили полностью в растворенное состояние, когда производилась водная вытяжка. Кроме того, из-за широкого отношения воды и почвы в водной вытяжке двухвалентные катионы поглощались, а одновалентные вытеснялись.

Отсутствие баланса у хлора было уже объяснено.

Для натрия характерно, что в фильтратах его найдено меньше, чем вычислилась убыль его из монолита по водным вытяжкам в начале и конце промывки. Помимо неполного соответствия взятых проб почвы всего монолита, это может быть объяснено различными условиями обмена катионов в водных вытяжках и в опыте фильтрации. При фильтрации натрий больше задерживается (будучи поглощенным), чем при широких отношениях воды и почвы в ходе производства водных вытяжек.

Оставшиеся от первого этапа промывки запасы гипса при последующем растворении вызвали окончательное вытеснение натрия из поглощенного состояния уже из всей массы почвы. Вместо натрия в поглощенное состояние переходил ион кальция, обеспечивая продолжавшееся за все время опыта рассолонцевание почвы. Из-за этого постепенно весь объем почвы становился доступным для растворов, циркулирующих в порах почвы. Состав воднорастворимых солей, оставшихся в почве после первого этапа промывки, виден из табл. 7. Пробы взяты 3.X 1950 г.

Вычисленные по данным водной вытяжки запасы воднорастворимых солей приведены в табл. 8. Как уже указано при обсуждении баланса запасов, размеры запасов, устанавливаемые по водной вытяжке, неточные.

Запас солей после первого этапа составляет до 100 т/га при явном преобладании в нем $CaSO_4$ и при наличии заметных количеств хлора. Последний свидетельствует о неравноценности в фильтрационном отношении отдельных участков монолита, в которых содержание хлора вначале могло быть больше или меньше среднего и доступность которых для фильтрующейся воды может быть различной. В данном случае в пробы попали участки почвы с повышенным содержанием хлора. Соображение о неравномерности распределения и выноса справедливо и для других солей.

Таблица 7

Данные анализов водных вытяжек из образцов почвы, взятых из монолита после первого этапа промывок

Глубина, см	Плотный остаток	Щелочность		Cl′	SO_4''	Ca··	Mg··	Na· по разности
		CO_3''	HCO_3'					
В % на абсолютно-сухую почву								
0—8	0,324	Нет	0,048	0,003	0,144	0,030	0,018	0,021
8—22	0,829	»	0,055	0,004	0,439	0,050	0,037	0,110
22—30	0,830	»	0,047	0,005	0,535	0,160	0,041	0,015
30—40	1,020	»	0,047	0,003	0,597	0,147	0,018	0,103
40—60	0,824	»	0,046	0,002	0,515	0,117	0,016	0,100
60—80	1,370	»	0,058	0,002	0,706	0,175	0,022	0,127
80—90	1,600	»	0,054	0,002	1,040	0,137	0,043	0,281
В миллиэквивалентах								
0—8	7,72	—	0,81	0,08	2,99	1,42	1,48	0,94
8—22	20,68	—	0,91	0,11	9,32	2,49	3,04	4,81
22—30	24,08	—	0,77	0,14	11,13	7,98	3,38	0,68
30—30	26,64	—	0,77	0,15	12,42	7,33	1,48	4,53
40—60	23,05	—	0,77	0,05	10,72	5,88	1,31	4,35
60—80	32,22	—	0,97	0,05	15,11	8,73	1,81	5,55
80—90	45,22	—	0,91	0,05	21,65	6,83	3,55	12,23
В % от суммы миллиэквивалентов								
0—8	—	—	10,43	1,03	38,54	18,29	19,59	12,12
8—22	—	—	4,40	0,53	45,07	12,04	14,70	23,26
22—30	—	—	3,19	0,58	46,23	33,13	14,04	2,83
30—40	—	—	2,88	0,56	46,56	27,47	5,55	16,98
40—60	—	—	3,33	0,22	46,45	25,47	5,70	18,83
60—70	—	—	3,00	0,16	46,84	27,06	5,73	17,21
70—80	—	—	2,02	0,11	47,87	15,10	7,85	27,05

Таблица 8

Запасы ионов после первого этапа промывки (в т/га), вычислены по данным водной вытяжки

Плотный остаток	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na
98,86	5,58	0,31	64,65	13,54	2,96	12,61

Из этого следует сделать вывод, что водные вытяжки мало применимы для точных расчетов выщелачивания, например, для определения исходных и подлежащих выносу из почвы солевых запасов или для прогноза эффекта выноса солей разными промывными нормами. Поскольку соотношения ионов в фильтратах и их концентрации могут быть различными, завися от ряда обстоятельств, например, от числа и сроков перерыва в фильтрации, ход выщелачивания и состав вынесенных солей у одного и того же монолита может быть получен различным. Влияние перерывов на выщелачивание или других особенностей режима промывок учесть по водным вытяжкам тоже пока не представляется возможным. Поэтому все точные расчеты количеств выщелачивающихся солей следует производить непосредственно, пользуясь опытами, воссоздавая в них схему процессов, как, например, в опытах на монолитах. Следовательно, полный запас растворимых и выщелоченных солей точнее всего можно находить в опытах выщелачивания, доведенного до конца. В них устанавливается весь ход выщелачивания в зависимости от нарастания промывных норм. Для этого оказался пригодным метод дробных анализов проб фильтров, собираемых без пропуска. Такие анализы дадут возможность выполнять различные расчеты кинетики выщелачивания. В настоящей работе приведены таблицы всех произведенных нами анализов фильтратов, в которых собраны результаты опытов почти полного выщелачивания легкорастворимых солей.

Из этих анализов можно устанавливать последовательный ход выщелачивания легко- и труднорастворимых солей и происходящие при этом изменения в соотношениях вытесненных и поглощенных катионов. По мере накопления и опубликования подобных детальных данных можно будет значительно уточнять расчеты промывок. В конечном счете можно будет использовать обычные данные, полученные при помощи водных вытяжек.

При явном избытке (сравнительно с определениями по водной вытяжке) выносимого с фильтратами $CaSO_4$ полные запасы его в почве, равные 475 т/га, были затронуты выщелачиванием за первый этап промывки только на 54% (вычисляя по SO_4). Полные запасы гипса (в эквивалентном выражении равные 7 т-экв/га) в десять раз превысили запасы натрия в поглощенном состоянии, если даже считать, что в исходный момент на натрий приходилось 25% емкости обмена, равной здесь в среднем 25 м-экв. на 100 г почвы, или 2,8 т-экв/га.

В ходе самой промывки фильтрующиеся в почве воды, обогащаясь гипсом, вызывают постепенные изменения в соотношениях поглощенных катионов и увеличение скорости фильтрации. Ввиду неравномерности распределения гипса и других солей и различий в фильтрационной способности отдельных микроучастков почвы, этот процесс идет медленно. Вполне возможно предположить, что в наиболее плотные или более засолонцованные участки монолита вода проникает очень медленно и еще медленнее доставляется туда гипс, поступающий в циркулирующий раствор из кристаллических включений.

Это вероятное допущение было доказано вторым этапом промывок, произведенных после перерыва с 6.XII 1949 г. до 5.X 1950 г. Перерыв был сделан в расчете на внутреннее перераспределение ионов между почвенными слоями, различавшимися по концентрации почвенных растворов и по содержанию в них гипса. За длительное время гипс из наиболее крупных пор и из более проницаемых участков, где свободно происходила фильтрация и беспрепятственно шел обмен натрия, поглощенного почвой, на кальций, должен был продиффундировать и в наименее проницаемые и более засолонцованные участки. В результате участки должны были повысить свою проницаемость и более активно включиться в общую циркуляцию фильтрационной воды, выносящей натрий и доставляющей кальций. Длительное выдерживание монолита в состоянии предельной влагоемкости делает этот процесс самомелиорации более экономным и позволяет лучше использовать имеющийся в первом метре гипс, не теряя заметных его количеств с фильтрующейся водой.

После того как ожидаемая самомелиорация почвы произошла, при второй промывке, произведенной после перерыва, фильтрационная способность почвы значительно возросла. Коэффициент фильтрации увеличился с $4 \cdot 10^{-6}$ до $48 \div 68 \cdot 10^{-6}$ см/сек (табл. 9).

Во втором этапе промывки после выноса основной части запасов иона натрия, как видно из анализов фильтратов (см. табл. 4), абсолютное и относительное содержание иона кальция стало увеличиваться. Так, в пробе № 37 иона кальция было 0,26 г/л, а в пробе № 95—99—0,526 г/л. В свете

Таблица 9

Изменения коэффициента фильтрации метрового монолита за второй этап промывки после перерыва

Дата	№ проб	Время		Суммы профильтровавшейся воды, см	$K_{10} \cdot 10^6$ см/сек
		час.	мин.		
	37	9	00	0,86	
6.X 1950	38	14	00	1,31	0,8
7.X	39	11	20	1,60	
11.X	40	14	25	2,43	48,3
	44	18	00	9,27	
20.X	53	9	00	44,41	48,3
8.XII	54	17	00	46,01	
	57	9	00	59,55	48,3
12.XII	61	9	00	81,77	
15.XII	63	9	00	97,05	56,4
18.XII	67	9	00	197,05	
22.XII	69	9	00	219,76	64,5
25.XII	75	17	15	254,75	
30.XII	76	9	25	266,91	57,8
2.I 1951	81	9	00	294,83	
8.I	82	9	25	300,45	43,4
9.I	86	9	12	335,18	
15.I	87	17	30	350,31	67,7
16.I	91	10	10	398,93	34,7
26.I					

данных табл. 4 значительное увеличение коэффициента фильтрации к концу опыта объясняется окончательным вытеснением иона натрия из всего объема почвы в монолите, полным охватом фильтрацией всего объема и возрастающей концентрацией в фильтрате иона кальция за счет растворения гипса, бывшего неравномерно распределенным по почве в виде стяжений. Рассолонцевание шло постепенно, чем и объясняется непрерывно прогрессирующее возрастание коэффициента фильтрации.

Учитывая замедленную диффузию ионов кальция в солонцеватой почве, можно объяснить, почему за время перерыва в промывке изменились соотношения в почвенном растворе ионов кальция и натрия. Первый постепенно диффундировал вглубь малопроницаемых участков почв. Коагулируя при этом частицы почв и вытесняя поглощенный натрий, ион кальция способствовал уменьшению солонцеватости и дисперсности почвы и тем самым увеличил фильтрационную способность почвы во всей ее массе, а также и скорость диффузии ионов в ней. Вступая в поглощающий комплекс, он должен вытеснять натрий. Эти предположения объясняют показанную в табл. 4 особенность состава фильтратов, взятых до и после перерыва. В первых пробах фильтрата, полученных после перерыва (№ 37—38), при сопоставлении с последними пробами, собранными до перерыва (№ 35—36), обнаруживается некоторое увеличение относительного содержания натрия и магния, тогда как для кальция выявляется абсолютная и относительная убыль. Помимо характерного поведения катионов, отмечается значительное увеличение содержания хлора в первых

пробах фильтрата, собранных после перерыва. Это также объяснимо, если принимать во внимание неоднородность почвы по солонцеватости и водопроницаемости. За время перерыва шло диффузное поступление хлора из участков, ранее мало доступных для фильтрующейся воды. Увеличение проницаемости их после рассолонцевания способствовало еще более интенсивному выходу хлора в фильтрующуюся воду. Развивающееся местное рассолонцевание почвы отразилось и на повышении общего коэффициента фильтрации.

Таким образом, самомелиорация почвы произошла за счет запасов $CaSO_4$, вначале трудно доступных для фильтрующейся воды, из-за солонцеватости, ослабляющей водопроницаемость почвы, особенно ее отдельных участков.

В природе улучшение подобных почв может достигаться путем длительных промывок. Эффекту их будет способствовать содержание кальция в поливной воде, мелиорирующее действие растительности, особенно трав, пронизывающих своими корнями и придающих проницаемость всей массе почвы. В то же время наличие в природных условиях более резкой неоднородности почвы повлечет необходимость применять несколько этапов промывок, чередуемых с длительным выдерживанием почвы при повышенном увлажнении. В практике освоения таких почв следует прибегнуть к длительным прерывистым промывкам. При этом важно обеспечить уже с начальных этапов промывок постепенное внедрение наилучшим образом подбираемых травяных клиньев и травопольных севооборотов.

Полученный в опыте на монолите ход вытеснения остаточных запасов солей за второй этап выщелачивания приведен в табл. 10.

Таблица 10

Суммы выщелоченных ионов (в т/га и % от запаса) по анализам водной вытяжки после перерыва в фильтрации

№ пробы	Вытеснивший раствор промывной нормы, м³/га	Плотный остаток		Cl		SO_4		Ca		Mg		Na	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
44	1000	13,16	13,52	0,08	25,80	8,27	12,82	0,28	2,08	0,24	8,10	3,44	27,30
46	2000	23,40	23,66	0,15	48,07	14,93	23,12	0,57	4,24	0,39	13,28	5,93	47,09
49	3500	36,78	37,30	0,21	69,00	23,76	36,80	1,12	8,41	0,59	19,92	8,77	69,56
51	4000	39,19	39,65	0,21	69,00	25,22	39,07	1,24	9,16	0,63	21,37	9,35	74,20
55	5000	45,81	46,33	0,22	72,70	29,43	45,59	1,66	12,28	1,44	48,79	10,74	85,17
58	6000	52,45	53,16	0,22	72,70	33,86	52,45	2,13	15,77	1,93	65,33	12,22	96,93
64	10000	70,49	71,40	0,23	76,36	45,54	70,70	4,01	29,67	2,41	81,52	14,70	116,65

Переходя к итогам полученных результатов, отметим, что обращает внимание отсутствие балансируемости всех ионов, в том числе и хлора за второй этап промывки. Хлор, видимо, выщелачивается из трудно доступных для фильтрующихся струй участков почвы. Поэтому его выщелачивание более растянуто, чем на первом этапе. Недостаток в суммах хлора, собранного в фильтратах, указывает на неоднородность его распределения по участкам монолита.

В данном случае в пробы на водные вытяжки, видимо, попали участки, более богатые хлором, чем монолит в целом. Повышенная доля вынесенного натрия (116,65% от исходного запаса по водной вытяжке) и малая доля кальция (29,67%) указывают на энергичное внедрение кальция в поглощающий комплекс и вытеснение оттуда натрия. Этому процессу здесь

способствует постепенное повышение проницаемости для фильтрации всего объема почвы. Эти данные сопоставлены с анализами водной вытяжки из почвы, взятой после первого этапа промывки.

Лабораторный опыт промывки тяжелой сильносолонцеватой солончаковой малопроницаемой почвы, отличающейся определенным выше охарактеризованным составом воднорастворимых солей, указывает на возможность применения простейших практических методов мелиорации таких почв. Обладая пониженной, из-за высокой солонцеватости, водопроницаемостью и крайней неравномерностью фильтрации, такие почвы требуют или длительных промывок, растягиваемых на несколько лет, или специальных мер по увеличению проницаемости почв, главное, по придании им равномерной проницаемости. Следует отметить, что при малой водопроницаемости учащенный или загрубленный дренаж не будет способствовать ускорению мелиорации почв, что и было доказано на практике и в опытах. Фильтрация воды по отдельным локальным ходам не будет способствовать выносу солей и рассолонцеванию всей массы почвы. Лучше осуществлять медленную фильтрацию, но через весь объем почвы. Тогда сроки промывки удлинятся, но дренажные стоки будут малы и для их отведения потребуется более редкая сеть дрен. Особенно удобно такой способ промывок осуществлять тогда, когда грунты на глубине заложения дрен обладают повышенными значениями коэффициента фильтрации.

При длительных промывках с продолжительными перерывами важно предупредить реставрацию засоления, что возможно осуществить или посевами трав, или рисовой культурой.

ВЫВОДЫ

1. Лабораторный опыт промывки почвы тяжелого механического состава Южной Мугани, проведенный методом монолитов, выявил ряд особенностей в поведении тяжелых почв при длительных промывках дистиллированной водой.

2. Из-за низкой водопроницаемости, связанной с солонцеватостью почвы, вода, поданная на промывку, медленно впитывалась в течение четырех месяцев, не проникая глубже одного метра. Медленной циркуляцией воды через почву объясняются практические затруднения в освоении этих почв: промывками и другими мелиоративными мероприятиями (дренаж, культура риса) в течение года не удавалось получить видимого улучшения.

3. При промывке в почве идет, хотя и очень медленно, перераспределение солей и ионов, которые оказывают влияние на уменьшение солонцеватости и на изменение фильтрационных свойств почвы в лучшую сторону.

4. Коэффициент фильтрации увеличивается за счет изменений внутри отдельных участков (структурных отдельностей), происходящих из-за уменьшения их солонцеватости и увеличения содержания иона кальция в циркулирующем через эти отдельности почвенном растворе. Ионы кальция, коагулируя частички почв и вытесняя поглощенный натрий, уменьшают солонцеватость и увеличивают фильтрационную способность почвы и в отдельных ее участках и по всему сечению солонцеватых горизонтов.

5. При засолении в среднем от 2 до 3% (по плотному остатку), при содержании $CaSO_4$ в 4,1% и поглощенного натрия до 25% от емкости быстрая промывка почв тяжелого механического состава затруднительна. Но

в опыте на монолите в течение 20—25 месяцев с перерывом в фильтрации на 10 месяцев двумя этапами промывок было достигнуто рассоление и рассолонцевание почвы.

6. Всего было вымыто ионов в процентах от их запаса, установленного по водной вытяжке до выщелачивания:

Вытесняющая часть промывной нормы, м³/га	Плотный остаток	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na
16000	119	118	113	25	153	84

7. В производственных условиях можно предвидеть еще бо́льшую, чем отмечено на монолите, неоднородность в распределении солонцеватости и наличие участков почвы с различной водопроницаемостью, в том числе и очень сниженной. В целях освоения таких почв следует применять длительные промывки, с перерывами в проведении их, с введением посевов трав или риса. Главная задача мелиорации заключается в улучшении фильтрационных свойств почвы, придании им равномерности и мобилизации запасов гипса, а не в усилении дренажа для отведения профильтровывающихся вод. Количество последних, обеспечивающих самомелиорацию почв до ее полного осуществления, может быть минимальным. Поступление промывных вод по трещинам и крупным ходам в грунтовые воды и оттуда в дрены вообще нежелательно, оно не будет способствовать мелиорации почв, перегружая дрены излишней водой.

8. В качестве методического вывода устанавливается возможность изучения промывок в лабораторных условиях на монолитах. При этом для выбора расчетной схемы промывок и для разъяснения кинетики выщелачивания солей и отдельных ионов необходимо непрерывно собирать и анализировать фильтраты. Только при помощи этого можно устанавливать баланс солей и их точные запасы.

ЛИТЕРАТУРА

Астапов С. В. Определение водных свойств и коэффициента фильтрации в почвогрунтах с ненарушенным строением. «Тр. Ин-та гидротехн. и мелиор.», т. VIII. 1933.

Астапов С. В. Лабораторный метод определения водных свойств почвогрунтов в целях мелиорации. Сб. «Физика почв в СССР», 1936.

Астапов С. В. Практикум по мелиоративному почвоведению. М., 1947.

Вильямс В. Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях. Сельхозгиз, 1935.

Волобуев В. Р. Засоление почв в Азербайджане в естественно-историческом и мелиоративном освещении. Баку, 1948.

Гедройц К. К. Учение о поглотительной способности почв. М.— Л., 1932.

Гейтманов Я. А. Водные свойства торфяных грунтов. ГИСХИМ, М., 1929.

Иванова Е. П. Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева, т. VIII, 1933.

Качинский Н. А. Почвенно-мелиоративный очерк равнины Богаз в Азербайджане. Уч. зап. МГУ, в. XVII, 1937.

Морозов А. Т. Динамичность коэффициента фильтрации почвогрунтов в связи с выщелачиванием растворимых солей. «Тр. Ин-та гидротехн. и мелиор.», т. XII, 1935.

Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., 1936.

Шарашкин В. Н. О потерях воды при эксплуатации каналов мелкой ирригационной сети. Ташкент, 1938.

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

Н. И. БАЗИЛЕВИЧ, Р. А. КАЛАШНИКОВА и Е. А. ЯРИЛОВА

О НАКОПЛЕНИИ АМОРФНОЙ КРЕМНЕКИСЛОТЫ В ПОЧВАХ

Вопрос о накоплении аморфной кремнекислоты при осолодении почв представляет большой интерес, так как, по мнению некоторых исследователей, присутствие повышенных количеств свободной кремнекислоты служит надежным признаком, отличающим почвы ряда осолодения от почв подзолистого типа.

В настоящей работе сделана попытка показать, что накопление аморфной кремнекислоты происходит не только в почвах ряда осолодения и зависит не только от развития процесса осолодения, но и от других причин, главнейшая из которых — биологический фактор.

По мнению Вильямса (1947), накопление кремнекислоты в почвах солонцового типа происходит всецело за счет минерализации злаков, в состав золы которых входит значительное количество кремнезема.

При аэробном разложении растительных остатков кремневая кислота освобождается в двух формах: в виде опала, выполняющего клетки эпидермиса надземных частей растений (фитолитарии), и в виде воднорастворимой (молекулярные растворы), легко проникающей через клеточные стенки корневых волосков. «Освобождаясь в почвах со щелочной реакцией, кремневая кислота долгое время остается в молекулярно растворимой форме, принимая участие во всех передвижениях почвенного раствора и переходя в нерастворимую форму аморфного кремнезема только при высыхании ее молекулярных растворов» (стр. 215).

Судьба молекулярных растворов кремневой кислоты, по Вильямсу (1917), двоякая. Во-первых, «при движении почвенной воды по уклону почвенный раствор, двигаясь по уклону рельефа и достигая области развития солонцов, не может беспрепятственно продолжать поступательного движения, вследствие перехода гидростатического движения воды в исключительно волосное в раздельно частичной почве солонца». Благодаря бессточности понижений поступающие сюда растворы целиком испаряются; на поверхности почв накапливается осадок аморфной кремнекислоты.

Во-вторых, при движении молекулярных растворов, содержащих кремнекислоту, на пологих и длинных склонах испарение растворов, усиливающееся благодаря поглощению воды корнями растений, начинается уже со второй половины склона. Восходящий ток капиллярных растворов пропитывает снизу массу почвы всеми веществами и в том числе подвижными соединениями кремнезема. При высыхании последний переходит в осадок аморфной кремнекислоты. «Сначала отложение аморфной кремнекислоты,— пишет Вильямс (1947),— происходит в форме присыпки на комках почвы, в дальнейшем мучнистый кремнезем заполняет как волосные промежутки комков, так и неволосные просветы между комками, обращая их также в волосные. Этот процесс носит название «осолодевания». Таким образом, в понимании Вильямса, в почвах возможна миграция кремнекислоты в водных растворах, как и всякого другого растворимого соединения, с последующей его выкристаллизацией при испарении раствора.

Мысль о том, что повышенное количество аморфной кремнекислоты служит признаком развития процессов осолодения в почвах, была высказана Гедройцем (1912). По его мнению, причиной накопления аморфного кремнезема является гидролиз алюмосиликатных минералов в условиях щелочной среды при развитии солонцов в солоди. Алюмосиликатная часть солонцов, насыщенная натрием, под действием воды легко распыляется. При этом образуются золи кремневой кислоты и гидрата окиси алюминия. Золь кремнекислоты переходит в гель, а золь гидрата окиси алюминия удаляется нисходящими токами воды в глубинные почвенные горизонты.

Причина такого поведения кремнекислоты, при осолодении почв, однако, раскрыта не была. По мнению Гедройца, инстабилизирующим фактором для коллоидной кремнекислоты может служить сода. Он указывает на мнение отдельных авторов о повышенной чувствительности золей кремнекислоты к электролитам при наличии щелочи. Однако концентрация щелочи даже в самых злостных солонцах, имеющих pH свыше 11, практически недостаточна для понижения электролитического порога коагуляции золей кремнекислоты.

Так как разграничение процессов осолодения и оподзоливания имеет большое значение при решении многих вопросов генезиса и мелиорации почв, предложенный Гедройцем метод определения аморфной кремневой кислоты, извлекаемой 5%-ной KOH-вытяжкой из почв, получил широкое распространение и был применен во многих исследованиях.

Усов (1940) даже классификацию осолоделых почв строит на количествах свободной кремнекислоты, обнаруженной в их верхних горизонтах почв, хотя в более поздних работах (1943) в накоплении аморфной кремнекислоты большое значение придает биологическим факторам.

В последнее время положение Гедройца о возможности накопления кремнекислоты при осолодении почв многими исследователями подвергалось сомнению. Роде (1937) показал, что некоторое накопление аморфной кремнекислоты имеет место и в подзолистых почвах. Зырин (1940) приходит к выводу, что отделение аморфной кремнекислоты от других форм кремнезема методом Гедройца невозможно, так как растворимость в 5%-ной KOH фракции кварцевого песка с диаметром частиц 0,00136 мм составляет 10% и при размерах, стоящих на границе коллоидов, доходит до 100%.

На этом основании Зырин делает вывод, что для определения аморфной кремнекислоты в присутствии частиц кварца в пылеватой фракции метод Гедройца, а также и другие, основанные на аналогичном принципе, не могут быть применимы.

В своей работе Зырин приводит довольно много данных по содержанию аморфной кремнекислоты в почвах подзолистого, лесостепного и солонцового типа и приходит к выводу, что специфическое действие поглощенного натрия и соды почвенного раствора на накопление аморфной кремнекислоты в почвах не сказывается.

Тюрин (1936) выяснил, что аморфная кремнекислота накапливается в почвах в виде биологических образований — скелетов диатомовых водорослей, а также фитолитарий, находящихся в остатках отмерших

высших растений (злаков, осок и др.). Накопление кремнекислоты в телах диатомей происходит в связи с разрушением — выветриванием — ими почвенных силикатов.

Таким образом, взгляды Тюрина довольно близки рассмотренным выше положениям Вильямса. Несколько позже эти положения были подтверждены работой Усова (1943). Тюрин приходит к выводу, что «накопление кремнекислоты в так называемых солодях происходит биологическим путем и не является специфическим процессом, присущим только этому типу почв и обязанным, как это полагает К. К. Гедройц, происхождению солодей из солонцов и солончаков. Биологическое накопление кремнекислоты в почвах, связанное с деятельностью высших растений и диатомовых, представляет собой более общий и более широко распространенный процесс, обязанный в основном условиям повышенного увлажнения, а не бывшей засоленности почв».

Иванова (1939), полностью разделяя положения Гедройца о накоплении аморфной кремнекислоты в почвах, развивает их, указывая, что в основе этого процесса лежит не биологический фактор, а процессы выветривания и почвообразования, имеющие результатом освобождение из минералов свободных форм кремнезема. Таким образом, растения, способные аккумулировать повышенные количества кремнезема, лишь находят здесь для себя благоприятную среду и, что самое существенное, не участвуют непосредственно в почвообразовании и не обусловливают его.

Исследования Ковда (1940) и позже Базилевич (1947) доказали значительно выраженную миграцию кремнезема из верхних горизонтов солонцеватых почв при их осолодении в глубинные, которая сопровождалась образованием на некоторой глубине вторичных силикатов кальция, а также формированием обогащенных коллоидными формами кремнекислоты иллювиальных горизонтов. Указанные авторы считают, что в условиях щелочного гидролиза кремнезему присуща значительная подвижность и что накопление из молекулярных растворов кремнекислоты в верхней части почвенного профиля осолодевающих разновидностей почв мало вероятно.

Обнаруженные значительные количества кремнекислоты почвы, переходящие в 5%-ную щелочную вытяжку, обязаны, повидимому, иным процессам. Просматривая имеющиеся в литературе многочисленные аналитические данные (табл. 1) о накоплении аморфной кремнекислоты в почвах, можно убедиться, что свободная кремнекислота была обнаружена в самых различных типах почв, от солончака (Белов и Лобова, 1935) до подзолистых почв (Роде, 1937; Морозов, 1937). При этом в некоторых солодях накопление свободной кремнекислоты оказалось очень невелико. Так, например, в солоди из Якутии свободного кремнезема всего лишь 0,33% (Красюк, 1927). На этом основании можно сделать вывод, что для процессов осолодения накопление аморфных форм кремнекислоты нехарактерно.

В 1930 г. Иванова опубликовала работу, в которой приведены данные, показывающие значительное накопление кремнекислоты в солоди Западной Сибири (разр. 29).

При ближайшем рассмотрении оказывается, что так называемая аморфная кремнекислота в наибольшем количестве (12,7%) обнаружена на глубине 0—5 см, т. е. в горизонте дернины [см. морфологическое описание этого разреза у Ивановой, 1930, стр. 236] и, следовательно, не может характеризовать собственно процессы осолодения.

Характерные данные Усова (1940), из которых следует, что профили скарбонатной и карбонатной солоди мало отличаются по количеству

Таблица 1

Содержание аморфного кремнезема в почвах

Название почвы	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Избыток сверх формулы $2SiO_2Al_2O_3$		Автор
			SiO_2 в %	Al_2O_3 в %	
Подзолистая тяжелосуглинистая почва	A_1	3—5	1,84	0	Зырин (1940)
		5—15	0,94	0	
	A_2	15—24	0,35	0	
	C	90—100	0,59	0	
Желтоподзолистая почва, Лисино	A_1	5—10	4,04	0	Роде (1937)
	A_2	10—15	0,88	0	
	A_2	20—25	—	0,80	
Перегнойно-подзолисто-глеевая почва, Лисино	A_1	5—10	2,10	0	Роде (1937)
	A_1	10—15	0,76		
Темносерая лесостепная почва	A_1	0—10	1,81	0	Зырин (1940)
	A_2	21—31	0,85	0	
	B_2	38—48	0,47	0	
Подзолисто-глееватая почва, № 273	A_1	2—12	2,04	0	Морозов (1937)
	A_2	19—29	0,60		
Южный тяжелосуглинистый чернозем	A_0	0—10	1,57	0	Левин Ф. И.
	A_1	15—20	1,63	0	
Предкавказский слитой чернозем, Ейский район	A_0	0—10	2,33	0	Болышев Н. Н.
Выщелоченный чернозем, Курганский округ	A_1	0—10	3,40	0	Никитин (1933)
	A_1/B_1	15—25	3,36	0	
Солончак, Кулунда	A_1	—	2,16	0	Белов и Лобова (1935)
Темноцветная солончаковая почва	A_1	0—6	1,10	0	Иванова (1930)
	B_1	6—12	0,67	0	
	C	60—65	0,57	0	
Солонец столбчатый, слабосолоденый	A	2—5	3,89	0	Она же
	B_1	5—9	1,46	0	
	C	70—75	0,79	0	
Болотная солонцовая почва	A_1	0—5	7,37	0	» »
	B_1	20—25	7,47	0	
Солодь № 29, Зап. Сибирь	A_1	0—5	12,70	0	Гедройц (1926)
	A_2	6—11	5,02	0	
	B	16—21	0,39	0	
	C	95—100	1,14	0	
Солодь бескарбонатная	A_1	0—10	1,24	0	Усов (1943)
	A_2	10—20	1,26	0	
	B_1	20—40	0,55	0	
Солодь карбонатная	A_1	0—10	0,72	0	Усов (1943)
	A_2	10—16	0,63	0	
	B_1	16—26	0,72	0	
Солодь из Якутии	A_1	0—10	0,33	0	Красюк (1927) (анализировал Гедройц)
Бурая почва, № 626	A_1	0—10	2,04	0	Антипов-Каратаев и Прасолов (1930)
	B_1	16—28	0,99	0	

аморфной кремнекислоты, содержание которой в обоих случаях даже ниже, чем в почвах других типов (подзолистых, черноземных).

Согласно гипотезе Гедройца, именно в бескарбонатной солоди следует ожидать особенно значительного накопления аморфной кремнекислоты.

Прослеживая распределение свободной кремнекислоты по профилю почв, можно заметить, что во всех случаях избыток «аморфной» кремнекислоты приурочен к верхним гумусовым горизонтам. Содержание свободного кремнезема в почвах переувлажненных (луговых, болотных) значительно выше (это относится лишь к горизонтам A_1), чем в остальных.

Морозов (1937) указывает, что накопление аморфной кремнекислоты свыше 2% присуще перегнойным горизонтам подзолисто-болотных почв. Создается впечатление, что накопление аморфной кремнекислоты характерно скорее для лугового процесса, нежели для процесса осолодения. Это тем более правдоподобно, что собственно осолодевающий горизонт (B_1) почв не отличается по содержанию свободных форм кремнекислоты от более глубоких горизонтов.

В предлагаемой работе приведены некоторые данные, характеризующие накопление и распределение аморфной кремневой кислоты в почвах различных генетических типов Барабинской низменности[1] и в солонцах различной степени осолодения и солодях лесостепной зоны Пензенской и Омской обл. Для изучения первого вопроса были произведены определения содержания аморфной кремнекислоты: 1) в двух болотных почвах центральных районов Барабы, а именно в низинном торфянике (разр. 14) и торфянисто-болотной солончаковой почве (разр. 5); 2) в двух солодях под березовыми колками (одна из центрального района, разр. 13), другая из юго-западной части низменности, разр. 136). Для последней территории весьма характерно широкое развитие хлоридных солончаков: 3) в глубокостолбчатом содовом солонце (разр. 56, центральная Бараба); 4) в лугово-черноземной слабосолонцеватой почве (разр. 17, центральная Бараба); 5) в пяти солончаках различного типа соленакопления: а) в корково-столбчатом содовом солончаке (разр. 9, центральная Бараба); б) в сульфатно-содовом солончаке (разр. 10, центральная Бараба); в) в луговом хлоридном сульфатном солончаке (разр. 11, центральная Бараба); г) в содовом солончаке (разр. 95, северная Бараба); д) в содовом сульфатно-хлоридном солончаке, заложенном на днище усыхающего озера в пределах юго-западной Барабы (разр. 161).

Применение методики Гедройца для определения аморфной кремнекислоты в гумусовых горизонтах почвы очень затрудняет работу благодаря длительности (иногда до 7 дней) разрушения органического вещества при помощи царской водки.

Предварительное прокаливание навески, рекомендованное Гедройцем при определении «цеолитной» кремневой кислоты в остатке от солянокислой вытяжки, как указывает Тюрин, рискованно ввиду возможного изменения растворимости каолинита и других минералов в растворах щелочей.

Такие указания о влиянии органического вещества почв на результаты анализа щелочных вытяжек можно найти у Прасолова (1930). Тюрин (1936) и Зырин (1940) предлагают предварительно обрабатывать почвы H_2O_2, чем, по мнению Зырина, выравниваются условия опыта для гумифицированных и безгумусовых образцов.

Для учета влияния предварительной обработки гумифицированных почв перекисью водорода на количества аморфной кремнекислоты, извлекаемой последующей обработкой 5%-ной КОН, верхние, богатые органи-

[1] Детальная характеристика почв дана в работе Базилевич (1953).

Таблица 2

Данные анализа 5%-ной КОН-вытяжки

(в % на абсолютно-сухую почву)

№ разреза	Почва	Глубина взятия образца, см	SiO_2	F_2O_3	Al_2O_3	Связан. SiO_2 по формуле $2SiO_2Al_2O_3$	Избыток сверх формулы $2SiO_2Al_2O_3$	Свободн. SiO_2 после обработки H_2O_2
14	Торфяник низинный	0—5	3,655	0,096	0,240	0,067	3,612	—
		5—15	0,416	0,105	0,286	0,007	0,396	—
		15—25	0,675	0,204	0,000	0,011	0,660	—
		25—40	0,168	0,041	0,089	0,002	0,156	—
		40—60	0,571	0,028	0,107	0,011	0,564	—
		60—80	0,345	0,111	0,022	0,007	0,324	—
5	Торфянисто-болотная солончаковая почва	0—5	1,812	0,284	0,420	0,022	1,800	2,171
		5—20	1,180	0,152	0,456	0,020	1,164	1,267
		20—30	1,476	0,406	0,342	0,027	0,332	—
		30—45	0,954	0,021	0,514	0,016	1,068	—
		45—70	1,182	0,015	0,649	0,020	1,164	—
		70—90	1,208	0,016	0,375	0,020	1,200	—
13	Солодь	0—5	4,622	0,160	0,300	0,666	4,260	5,964
		5—15	2,724	0,160	0,220	0,466	2,472	3,544
		15—30	1,170	0,178	0,692	1,509	0,324	1,238
		30—45	0,708	0,355	0,381	0,821	0,240	—
		45—65	1,034	0,142	0,634	1,376	0,264	—
		65—90	0,790	0,277	0,303	0,666	0,384	—
		90—140	0,546	0,135	0,329	0,710	0,144	—
136	Солодь	0—6	0,395	0,036	0,172	0,373	0,073	—
		6—15	0,375	0,036	0,019	0,428	0,140	—
		15—38	0,640	0,076	0,020	0,437	0,403	—
17	Лугово-черноземная слабосолонцеватая почва	0—10	1,272	0,137	0,295	0,642	1,247	—
		10—25	1,236	0,114	0,462	1,006	1,182	—
		25—40	1,004	0,066	0,526	1,143	0,426	—
		40—55	0,780	0,099	0,269	0,584	0,464	—
		55—80	0,834	0,079	0,225	0,488	0,564	—
		80—110	0,816	0,089	0,223	0,484	0,556	—
		110—150	0,778	0,073	0,159	0,344	0,594	—
56	Глубокостолбчатый содовый солонец	0—20	1,608	0,033	0,343	0,746	1,205	—
		20—30	0,746	0,026	0,198	0,428	0,512	—
		30—40	0,696	0,020	0,212	0,462	0,446	—
		40—55	0,566	0,010	0,126	0,273	0,416	—
		55—85	0,569	0,020	0,044	0,096	0,512	—
		85—110	0,532	0,026	0,086	0,186	0,427	—
		110—160	0,632	0,010	0,158	0,344	0,450	—

ческим веществом горизонты торфянисто-болотной почвы (разр. 5), солоди (разр. 13) и содовых солончаков (разр. 9 и 10) подвергались анализу двукратно — с предварительной обработкой H_2O_2 и без обработки (табл. 2, 4).

Порядок цифр в таблицах, характеризующих накопление аморфной кремнекислоты, одинаков для проб, подвергнувшихся обработке H_2O_2, и без обработки. В торфянисто-болотной почве и солоди содержание свободной кремнекислоты в образцах почвы, предварительно обработанных H_2O_2, несколько повысилось. В содовых солончаках, наоборот, незначительно уменьшилось.

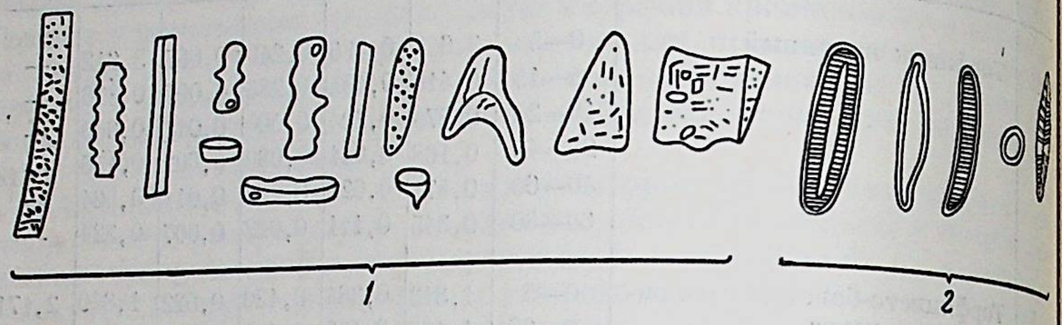


Рис. 1. Формы фитолитарий и скелетов диатомовых водорослей в почвах Барабы.
1 — фитолитарии; *2* — скелеты диатомовых водорослей.

В дальнейшем при всех рассуждениях использованы данные содержания аморфной кремнекислоты в почвах, полученные из проб, не обработанных H_2O_2. Наибольшее количество (табл. 2) аморфной кремнекислоты обнаружено в торфянике (разр. 14; 3,6%) и в верхнем дерновом горизонте солоди (разр. 13; 4,3%); в солоди из юго-западного района низменности содержание аморфной кремнекислоты даже в верхнем горизонте не превышало 0,1%. Распределение аморфной кремнекислоты по профилю торфяных почв оказалось различным. В торфянике наибольшее количество ее обнаружено в гор. 0—5 см (3,61%); в горизонтах 5—80 см содержание ее колеблется от 0,3 до 0,6%.

В торфянисто-болотной солончаковой почве (разр. 5) отмечается более равномерное распределение кремнекислоты по горизонтам, хотя и наблюдается некоторое увеличение ее в горизонте 0—5 см (1,8%).

В солоди (разр. 13, центральная Бараба; табл. 2) в верхних дерновых горизонтах содержание свободной кремнекислоты очень высокое: в гор. 0—5 см—4,26%, в гор. 5—15 см— 2,47%. В остальных горизонтах аморфная кремнекислота распределена более или менее равномерно, но в небольшом количестве от 0,2 до 0,3%.

Для собственно осолоделого горизонта, залегающего на глубине 15—30 см, накопление аморфной кремнекислоты выражено не более чем для других горизонтов. Несколько иные закономерности отмечаются для солоди разр. 136 (юго-западные районы Барабы). Общее содержание аморфной кремнекислоты здесь незначительное по всему профилю: в верхнем горизонте 0,07%, книзу, в гор. 15—38 см, до 0,4%.

Таким образом, на основе полученных данных можно констатировать, что аморфная кремнекислота в почвах болотного типа почвообразования и солодях максимально накапливается в верхних горизонтах и, как показали исследования под микроскопом, она представлена биогенными формами (рис. 1). Это согласуется с положениями Вильямса, Тюрина (1936), Ковда (1940), указывающих на образование аморфной кремневой кислоты

в солонцеватых почвах при процессах минерализации злаков, а также под влиянием жизнедеятельности диатомовых водорослей в почвах, характеризующихся повышенной увлажненностью.

Образец из гор. A_1 солоди, разр. 13 (фракция удельного веса $<2{,}2$), содержит аморфный кремнезем главным образом в форме фитолитарий и скелетов диатомовых водорослей (рис. 2), причем первые преобладают. Точного количественного учета этих образований нельзя было произвести, так как значительная часть их входит в состав глинистых агрегатов, представляющих основную массу частиц почвы с удельным весом $<2{,}20$. Частичек аморфной кремнекислоты, не имеющих ясно выраженной формы телец биологического происхождения, которые можно было бы принять за кремнекислоту, выпавшую из почвенного раствора, очень мало; возможно, однако, что и они представляют собой обломки разрушившихся фитолитарий.

Рис. 2. Солодь, разр. 13. Фракция уд. веса 2,20, гор. A_1. Ув. 500.
Черные частички — глинисто-гумусовые агрегаты. Много фитолитарий, преимущественно удлиненной формы, и скелетов диатомовых водорослей.

Накопление фитолитарий в почвах березовых колков (солоди) обусловлено травянистой растительностью колочных лесов, представленной вейниково-лобазниковыми группировками (*Calamagrostis epigeios*, *Filipendula ulmaria*), среди которых нередко наблюдается поселение осок.

Растительность исследуемого торфяника (разр. 14) представлена тростником. Согласно нашим исследованиям, в составе золы тростника *Phragmites communis* с засоленных болот содержится около 70% SiO_2, или до 10% SiO_2 на абсолютно-сухое вещество растения.

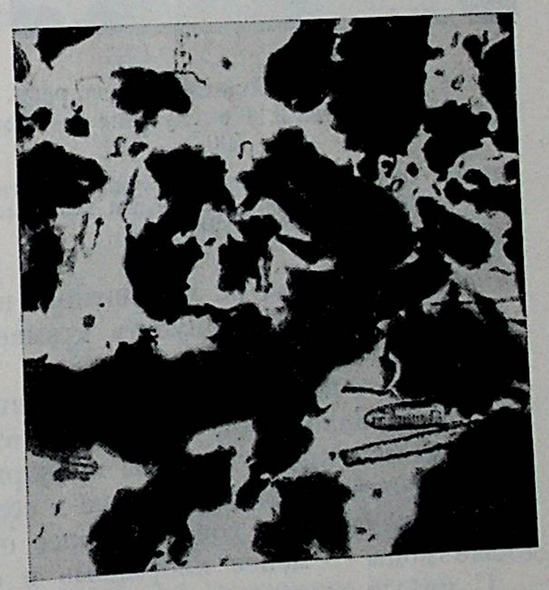


Рис. 3. Торфяник, разр. 14. Ув. 500.
Темная часть — обрывки растительной ткани; внизу справа — скелет диатомовой водоросли и фитолитария.

Такое высокое содержание кремневой кислоты в золе растений может вполне обеспечить ее накопление в торфяных горизонтах.

Исследования под микроскопом образца из верхнего горизонта торфяника показали, что он целиком состоит из кусочков растительной ткани, в разной степени минерализовавшихся, и заключает лишь немного фитолитарий (рис. 3). Основная масса аморфной кремнекислоты, очевидно, входит в состав клеточных стенок тростника; скелетов диатомовых также мало.

Падение содержания аморфной кремнекислоты с глубиной в солоде и в торфянике показывает, повидимому, переход ее в иные, менее подвижные формы.

Одним из авторов настоящей работы (Ярилова, 1952) показана возможность постепенной кристаллизации аморфного биогенного кремнезема в почвах и переход его в халцедон.

Возрастание степени засоленности торфов, что наблюдается для разр. 5, сопровождается угнетением тростника и поселением на болоте лугового солончакового разнотравья и галофитов (подорожник солончаковый, лисохвост солончаковый, ячмень солончаковый, кермек и др.)[1].

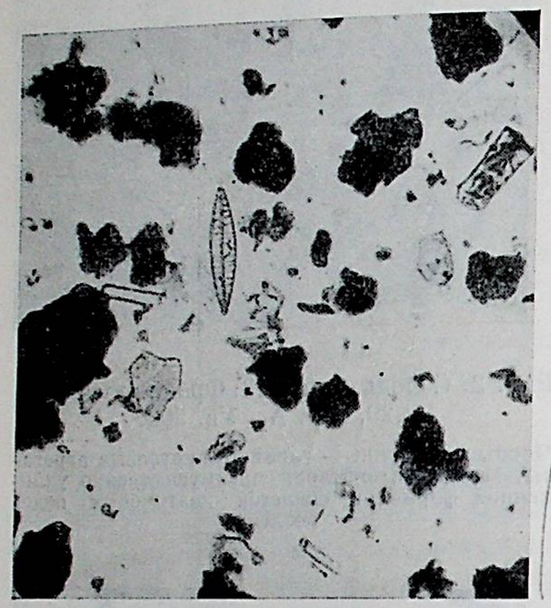


Рис. 4. Торфянисто-болотная почва, разр. 5. Фракция уд. веса 2,20 с глубины 0—5 см. Ув. 500.

Черные частички — глинисто-гумусовые агрегаты; в центре диатомовая водоросль и несколько фитолитарий.

Исследования образцов из верхних горизонтов торфянисто-болотной почвы разр. 5 показали некоторое увеличение здесь фитолитарий (рис. 4).

Общее же соотношение химических элементов при минерализации растительных остатков опада на сильно засоленных болотах изменяется в пользу хлоридов, отчасти сульфатов и бикарбонатов щелочей и относительного снижения роли кремнезема, чем и объясняется меньшее количество аморфной кремнекислоты, переходящей в щелочную вытяжку из засоленных торфов.

Суммарное накопление свободной кремнекислоты в сильнозасоленных болотных почвах выражено не так сильно, как в пресноводных болотах. Можно полагать, что некоторое накопление аморфной кремнекислоты в болотных почвах обязано выпадению ее из болотных вод при их упаривании в сухие периоды года. Следует иметь в виду, что растворимость кремнезема в солевых растворах несколько выше, чем в водных.

Из многочисленных данных анализов грунтовых вод Барабинской низменности (Базилевич, 1953) следует, что абсолютное содержание водорастворимой кремнекислоты пропорционально минерализации грунтовых вод; относительное содержание в солевых растворах зависит от солевого состава грунтовых вод. Наиболее обогащенные кремневой кислотой содовые воды — менее хлоридные и еще менее сульфатные.

С целью выяснения влияния различного состава солевых растворов на растворимость геля кремнекислоты были поставлены специальные опыты. Исследовалось: влияние на растворимость искусственно полученного геля кремнекислоты чистых солей ($NaHCO_3$, $NaCl$, Na_2SO_4); влияние смеси солей в различных соотношениях, близких к природным ($NaCl + NaHCO_3$; $NaCl + Na_2SO_4$; $Na_2SO_4 + NaHCO_3$); влияние на растворимость продолжительности взаимодействия (сутки, неделя, две недели). Определения

[1] Характеристика засоления исследуемых почв приведена в работе Базилевич (1953).

кремнекислоты производились колориметрически. Параллельно велись определения pH. Полученные результаты представлены на рис. 5, 6, 7 и в табл. 3.

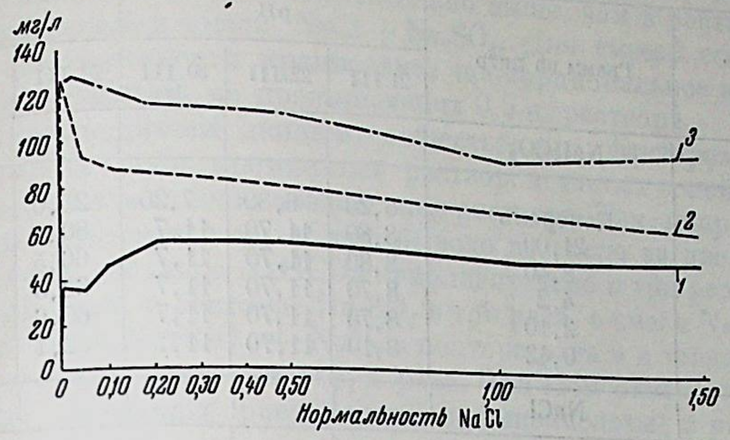


Рис. 5. Зависимость растворимости геля SiO_2 от концентрации NaCl и продолжительности воздействия растворителя.

1 — перешло в раствор за одни сутки; *2* — перешло в раствор за трое суток; *3* — перешло в раствор за две недели.

Для чистых солей наибольшая растворимость кремнекислоты отмечена в растворе $NaHCO_3$, несколько меньшая в растворе NaCl, еще меньшая в растворе Na_2SO_4 и минимальная в дистиллированной воде. При увеличении концентраций солевых растворов наблюдается возрастание количества кремнекислоты, переходящей в раствор.

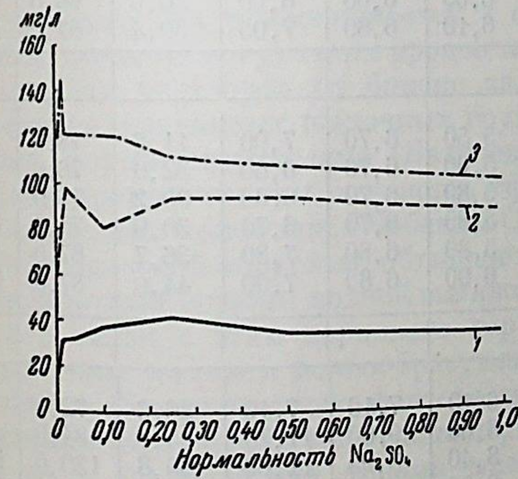


Рис. 6. Зависимость растворимости геля SiO_2 от концентрации Na_2SO_4 и продолжительности воздействия растворителя.

1 — перешло в раствор за одни сутки; *2* — перешло в раствор за трое суток; *3* — перешло в раствор за две недели.

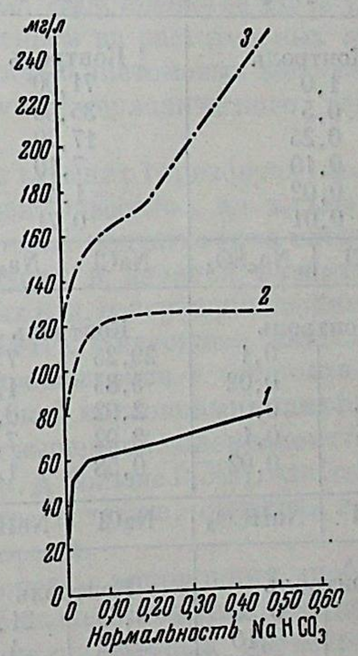


Рис. 7. Зависимость растворимости геля SiO_2 от концентрации $NaHCO_3$ и продолжительности воздействия растворителя.

1 — перешло в раствор за одни сутки; *2* — перешло в раствор за трое суток; *3* — перешло в раствор за две недели.

Для смесей солей наибольшая растворимость кремнекислоты отмечена в растворе $NHCO_3 + Na_2SO_4$ с преобладанием $NaHCO_3$; несколько

Таблица 3

Влияние различных солей и их смесей на растворимость геля кремнекислоты (в мг/л)

Нормальность растворов	Грамм на литр	pH			SiO_2		
		21.III	22.III	30.III	22.III	29.II	5.III
$NaHCO_3$	$NaHCO_3$						
Контроль	Контроль	6,20	6,80	7,20	25,0	80	
0,5	21,00	8,80	11,70	11,7	80,5	125	119
0,2	8,40	8,80	11,70	11,7	66,5	126	248
0,1	4,2	8,70	11,70	11,7	62,5	123	173
0,05	2,10	8,70	11,70	11,7	60,6	114	162
0,01	0,42	8,10	11,70	11,7	52,1	91,0	152
							133
NaCl	NaCl					30.III	
Контроль	Контроль	6,00	7,00	7,10	20,0	72,0	124
1,5	87,70	6,00	6,20	6,25	50,0	64,0	100
1,0	58,50	6,00	6,40	6,30	48,9	70,0	92,3
0,50	29,2	6,00	6,40	6,60	52,4	80,0	113
0,20	11,70	6,00	6,60	6,60	53,6	86,0	118
0,10	5,85	5,80	6,70	6,70	42,4	89,0	124
0,05	2,42	5,60	6,60	6,70	35,2	94,0	127
0,005	0,29	5,40	6,80	7,00	36,6	50,8	118
Na_2SO_4	Na_2SO_4						
Контроль	Контроль	6,00	6,70	6,90	17,3	54,0	118
1,0	71,00	6,60	7,00	7,00	33,2	87,0	160
0,5	35,50	6,60	7,00	7,05	39,15	93,0	106
0,25	17,70	6,60	6,90	7,00	40,5	93,0	111
0,10	7,10	6,60	6,70	6,90	36,6	81,0	121
0,02	1,42	6,60	6,60	6,90	30,0	96,0	121
0,01	0,71	6,10	6,60	7,05	30,4	87,0	144
NaCl | Na_2SO_4	NaCl | Na_2SO_4						
Контроль	Контроль	5,50	6,70	7,00	11,8	48,6	91,5
0,5 | 0,1	29,25 | 7,10	5,60	6,70	6,60	32,0	78,0	91,6
0,1 | 0,02	5,85 | 1,42	5,80	6,70	6,60	30,2	75,0	94,3
0,05 | 0,01	2,92 | 0,71	5,80	6,70	6,70	30,9	75,0	103
0,05 | 0,1	2,92 | 7,10	5,80	6,80	7,80	36,7	87,0	83,7
0,01 | 0,02	0,58 | 1,92	6,00	6,60	7,00	44,0	87,0	103,1
NaCl | $NaHCO_3$	NaCl | $NaHCO_3$						
Контроль	Контроль	6,10	7,10	7,10	26,6	72,0	91,7
0,1 | 0,50	5,85 | 21,0	8,60	9,00	11,70	95,8	84,0	62,3
0,05 | 0,10	2,92 | 4,2	8,40	8,93	11,80	86,8	130,0	114
0,01 | 0,05	0,58 | 2,10	8,30	8,93	11,70	95,8	100	132
0,10 | 0,05	5,85 | 2,10	8,20	8,55	11,70	80,5	89,0	118
0,05 | 0,01	2,92 | 0,42	7,20	7,90	8,25	56,8	89,0	91,7
$NaHCO_3$ | Na_2SO_4	$NaHCO_3$ | Na_2SO_4						
Контроль	Контроль	6,10	7,00	7,10	20,0	70,0	94,3
0,5 | 0,5	21 | 35,5	8,75	9,20	11,8	87,0	103	182,7
0,1 | 0,02	4,2 | 1,42	8,20	9,10	11,8	108	111,0	127,0
0,02 | 0,01	0,84 | 0,71	8,30	8,85	11,8	168,4	105,0	106
0,02 | 0,10	0,84 | 7,10	7,80	8,85	11,8	96,4	103,0	90,9
0,01 | 0,02	0,42 | 1,42	7,50	8,48	11,8	84,4	82,0	100

меньшая растворимость геля кремнекислоты наблюдается в растворе $NaHCO_3 + NaCl$ и минимальная — в растворе $NaCl + Na_2SO_4$. Общее количество кремнекислоты, переходящей в растворимую форму из геля, в растворах смешанных солей значительно выше, чем в растворах чистых солей, за исключением смеси $NaCl + Na_2SO_4$. Для смесей солей отмечено возрастание растворимости кремнезема, пропорциональное концентрации смеси до концентраций, не превышающих 0,5 н. раствора.

Согласно приводимым данным, существенным фактором, влияющим на растворимость геля кремнезема растворов чистых солей и их смесей, является продолжительность воздействия раствора. Так, например, растворимость геля кремнекислоты в чистой воде возросла за две недели более чем в пять раз, в растворе $NaHCO_3$ приблизительно в три раза, в растворе NaCl в два-три раза, в растворе Na_2SO_4 в три раза, в смеси $NaCl + Na_2SO_4$ в два раза, в смеси $NaHCO_3 + NaCl$ в полтора раза и в смеси $NaHCO_3 + Na_2SO_4$ в среднем тоже в полтора раза. При этом отмечается некоторое выравнивание величины растворимой кремнекислоты в растворах различных концентраций.

Полученные данные показывают, что принос кремнекислоты с водносолевыми растворами наряду с другими факторами может иметь весьма существенное значение в почвах, формирующихся в условиях высокого стояния грунтовых вод и их испарения. Солевой состав последних определяет возможное количество поступающего кремнезема в верхние горизонты почв при испарении капиллярных растворов от грунтовых вод.

Высокое содержание аморфной кремнекислоты в солоди разр. 13 приурочено к верхним одернованным горизонтам. Накопление ее здесь могло быть обусловлено главным образом поступлением из растительных остатков при их минерализации и жизнедеятельностью диатомовых водорослей. Развитию последних благоприятствуют условия периодического переувлажнения почвы пресными водами.

В накоплении аморфной кремнекислоты в верхних горизонтах осолодевающих почвенных разновидностей и солодей известное, но весьма подчиненное значение могут иметь процессы сезонного подтягивания пленочно-капиллярных растворов от близко залегающих к дневной поверхности слабоминерализованных щелочных грунтовых вод, содержащих воднорастворимые формы кремнезема (Базилевич, 1947). Ничтожное накопление аморфной кремнекислоты в солоди, сформировавшейся в микрозападине среди хлоридных солончаков Чебаклы-Суминской котловины, являющейся, конечно, сбросовой областью, объясняется повышенной солончаковатостью солоди (плотный остаток водной вытяжки гор. А больше 0,3%), слабым развитием в связи с этим дернового горизонта, а также, отчасти, легким механическим составом почвообразующей породы.

Влияние биологического фактора на процессы накопления свободной кремнекислоты в солоди имеет неизмеримо большее значение, чем поступление ее с восходящими токами пленочно-капиллярных растворов от грунтовых вод.

Присутствие свободной кремнекислоты по всему профилю изучаемых почв указывает на миграцию кремнезема в условиях щелочной среды, происходящую при развитии явлений засоления в почвах содой.

Анализируя группу почв водораздельного повышения и его склонов разр. 17 (лугово-черноземная слабосолонцеватая почва) и разр. 56 (глубокостолбчатый солонец), можно видеть, что содержание аморфной кремнекислоты здесь выражено значительно меньшими величинами, нежели в рассмотренных выше почвах, и не превышает 1,2%. Максимальные количества свободной кремнекислоты приурочены к верхним гумусовым горизонтам

почв от 0 до 20 см (табл. 4). В остальных горизонтах на глубину до 160 см аморфная кремнекислота распределена равномерно, количество ее колеблется от 0,4 до 0,5%. Несколько повышенное содержание ее в верхних горизонтах лугово-черноземной слабосолонцеватой почвы (разр. 17) и в глубокостолбчатом солонце (разр. 56) могло быть обусловлено поступлением продуктов минерализации остатков злаковой растительности, характерной для этих почв. С другой стороны, благодаря сравнительно высокому залеганию уровня грунтовых вод (около 2,5—3 м), процессы формирования почв на водораздельных элементах поверхности Барабинской низменности протекают в условиях несколько повышенного увлажнения, и лугово-черноземные почвы характеризуются высоким гумусонакоплением (до 12—15, иногда до 20% гумуса).

Рис. 8. Глубокостолбчатый солонец, разр. 56. Фракция уд. веса < 2,20, с глубины 0—20 см. Ув. 500.

Черная часть — глинисто-гумусовые агрегаты. Видно довольно много фитолитарий, преимущественно удлиненной формы.

Благодаря высокой влагоемкости богатых органическим веществом верхних горизонтов почв и сезонным колебаниям уровня грунтовых вод при незначительной солончаковатости почвенно-грунтовых вод, в рассматриваемых почвах возможно накопление аморфной кремнекислоты также за счет жизнедеятельности диатомовых водорослей.

Некоторое возрастание содержания свободной кремнекислоты для глубинных горизонтов глубокостолбчатого солонца по сравнению с солодями, повидимому, обусловлено миграцией кремнекислоты с почвенными растворами в условиях более выраженной щелочной среды, обязанной солонцеватым свойствам этих почв.

Микроскопические исследования образцов почв водораздельных элементов поверхности показали, что в лугово-черноземной почве и в глубокостолбчатом солонце имеется довольно много фитолитарий; диатомовых немного, особенно в солонце (рис. 8). Следовательно, накопление аморфной кремнекислоты здесь обусловлено главным образом биологическими процессами. Для глубокостолбчатого солонца, наряду с биогенными формами кремнезема, отмечены небольшие количества бесформенного опала. Появление последнего, возможно, обусловлено выпадением из почвенных растворов, подпитываемых периодически грунтовыми водами.

Анализируя характер накопления аморфной кремнекислоты в почвах солончакового ряда, прежде всего следует отметить, что общее содержание свободной кремнекислоты, даже для верхних горизонтов, по сравнению с рассмотренными почвенными типами снижается (табл. 4). Ярче всего накопление кремнекислоты выражено для лугового корково-столбчатого содового солончака (разр. 9), где в первых двух верхних горизонтах свободной кремнекислоты содержится свыше 1%. В остальных горизонтах содержание ее не превышает 0,6%, а на глубине 85—200 см обнаружен избыток сверх формулы каолинита Al_2O_3 в количестве 0,87%.

Таблица 4

Данные 5%-ной КОН-вытяжки и содержания кремнекислоты в водной вытяжке (в % на абсолютно-сухую почву)

№ разреза и почва	Глубина, см	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Связан. SiO_2 по формуле $2SiO_2Al_2O_3$	Сверх формулы $2SiO_2Al_2O_3$		Свободн. SiO_2 после обраб. H_2O_2	SiO_2 в водн. вытяжке
						SiO_2	Al_2O_3		
Р, 9. Луговой корково-столбчатый содовый солончак	0—5	2,124	0,013	0,299	0,644	1,776	—	0,943	—
	5—15	1,768	0,018	0,614	1,332	1,044	—	0,660	—
	15—25	1,352	0,011	0,780	1,687	0,444	—	—	—
	25—40	1,048	0,011	0,300	0,644	0,696	—	—	—
	40—60	0,548	0,002	0,014	0,311	0,384	—	—	—
	60—85	1,230	0,015	0,062	1,354	0,504	—	—	—
	85—120	0,520	0,008	1,320	0,95	—	0,867	—	—
	120—160	0,562	0,010	0,102	0,222	0,444	—	—	—
Р, 10. Луговой сульфатно-содовый солончак	0—10	0,948	0,066	0,046	0,0155	0,936	—	0,628	0,064
	10—20	0,892	0,073	0,171	0,0155	0,876	—	0,586	0,036
	20—40	0,752	0,066	0,294	0,0133	0,744	—	—	—
	40—55	0,854	0,087	0,353	0,0155	0,840	—	—	—
	55—80	0,724	0,059	0,261	0,0133	0,708	—	—	—
	80—110	0,810	0,071	0,267	0,0133	0,792	—	—	—
	110—150	0,744	0,066	0,086	0,0133	0,732	—	—	—
Р, 95. Содовый солончак	0—2	0,262	0,010	0,126	0,275	0,113	—	—	—
	2—15	0,304	0,010	0,114	0,248	0,169	—	—	—
	15—25	0,504	0,013	0,139	0,302	0,341	—	—	—
	25—40	0,644	0,015	0,273	0,595	0,322	—	—	—
	40—90	0,528	0,013	0,155	0,335	0,347	—	—	—
	90—150	0,772	0,013	0,155	0,335	0,592	—	—	—
Р, 11. Луговой хлоридно-сульфатный солончак	0—5	0,460	0,000	0,104	0,222	0,336	—	—	0,031
	5—15	1,068	0,021	0,243	0,533	0,780	—	—	0,003
	15—30	1,016	0,010	0,198	0,422	0,792	—	—	0,002
	30—45	0,434	0,005	0,131	0,289	0,276	—	—	—
	45—65	0,604	0,007	0,233	0,511	0,324	—	—	—
	65—90	0,790	0,008	0,624	1,354	0,060	—	—	—
	90—140	0,592	0,003	0,213	0,466	0,336	—	—	—
Р, 161. Сульфатно-хлоридный солончак содовый	Корка	0,192	0,005	0,075	0,164	0,103	—	—	—
	1—20	0,354	0,007	0,297	0,646	0,005	—	—	—
	20—30	0,270	0,040	0,168	0,366	0,072	—	—	—

Из рассматриваемого ряда солончаков степень засоления разр. 9 наименьшая. Параллельно с возрастанием засоленности почвы, при преобладании в солевом составе гидрокарбонатов, карбонатов и отчасти сульфатов щелочей, отмечается, что в группе содовых солончаков (разр. 9, 10 и 95) наблюдается уменьшение содержания свободной аморфной кремнекислоты. Это объясняется, с одной стороны, подавлением биологических процессов в сильнозасоленных разновидностях почв (жизнедеятельности диатомовых водорослей, роста и развития растительного покрова солончаков и т. д.) и, с другой — растворимостью кремнезема в различного типа солевых растворах. Наблюдения показали, что параллельно с возрастанием степени засоленности почвы относительная роль гидрокарбонатов щелочей в составе солей падает вследствие накопления в растворах сульфатов и затем хлоридов. Растворимость же кремнезема в содовых растворах более высокая.

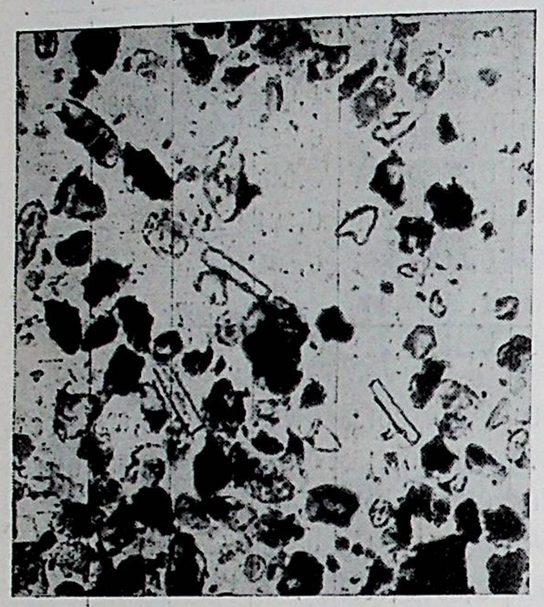


Рис. 9. Сульфатно-содовый солончак, разр. 10. Фракция уд. веса $< 2{,}20$, с глубины 0—10 см. Ув. 500.

Фитолитарий меньше, чем в почвах на водоразделе. Есть частички неоформленного опала.

Накопление в почвах соды (гидрокарбонатов и карбонатов щелочей) наряду с другими солями сопровождается угнетением и, наконец, полным выпадением растительности. Степень задернованности содового солончака разр. 9 в группе содовых солончаков наиболее значительна. В растительном покрове господствует шелковица (*Atropis distans*). Более засоленный солончак разр. 10 характеризуется лишь редкими куртинками шелковицы, среди которых поселяются солянки (*Salicornia herbacea*). Наиболее высоко засоленный содовый солончак разр. 95, содержащий более 18 м-экв CO_3 при общей щелочности 30 м-экв, имеет совершенно лишенную растительного покрова поверхность.

Согласно данным Голуш и Шаврыгина (1951), содержание кремнезема в шелковице (*Atropis distans*) достигает 35% суммы зольных веществ, или 2,3% веса сухой массы.

Урожай сухой массы с шелковицевых лугов не превышает 2—3 ц/га сухого вещества. Следовательно, ежегодное поступление кремнезема в содовом солончаке не более 7 кг/га. Поступление же кремнезема при испарении капиллярных растворов от грунтовых вод при среднем содержании кремнекислоты в грунтовых водах содовых солончаков 80 мг/л и принятой испаряемости 400 мл за год может достигать более 300 кг/га.

Очевидно, накопление свободной кремнекислоты в почвах солончакового ряда обусловлено не только минерализацией растительных остатков, но и поступлением ее с капиллярными растворами от грунтовых вод.

Исследования под микроскопом образца из горизонтов A_1 сульфатно-содового солончака (разр. 10) показали присутствие наряду с фитолитариями также некоторого количества неоформленных частиц опала (рис. 9).

В зависимости от степени задернения солончаков, характера растительного покрова, минерализации и солевого состава грунтовых вод, в почвах

солончакового ряда содержание аморфной кремнекислоты варьирует в широких пределах.

В хлоридно-сульфатном солончаке (разр. 11) и сульфатно-хлоридном (разр. 161) наибольшее содержание аморфной кремневой кислоты совпадает с горизонтом максимального соленакопления. Задернованность почвы у разр. 11 сравнительно значительна благодаря накоплению в почве гипса наряду с хлоридами и сульфатами натрия.

В растительном покрове отмечены волоснец (*Elymus salsuginosus*), кермек (*Statice Gmelini*), подорожник солончаковый (*Plantago Cornuti*).

Содержание кремнекислоты в золе волоснеца, по данным Голуш и Шаврыгина, около 50%, или 5% от веса сухого вещества; в золе кермека 16%, или 4% от веса сухого вещества; в золе подорожника солончакового около 10%, или до 3% от веса сухого вещества.

Рис. 10. Хлоридно-сульфатный луговой солончак, разр. 11. Фракция уд. веса 2,20, с глубины 0—5 см. Ув. 500.

Аморфный кремнезем представлен почти исключительно фитолитариями.

Урожай надземной массы волоснецово-разнотравно-солончаковых лугов составляет 5—6 ц/га сухого вещества. Таким образом, ежегодное накопление кремнезема за счет минерализации растительного опада выразится величиной около 20 кг/га. Поступление кремнекислоты с капиллярными растворами от грунтовых вод, при среднем содержании его в литре грунтовой воды 40 мг и при испаряемости 560 мм, в районах развития хлоридно-сульфатных солончаков равно примерно 225 кг/га ежегодно.

Микроскопическое исследование фракции удельного веса $< 2{,}20$ образца из верхнего горизонта разреза хлоридно-сульфатного лугового солончака показало наличие здесь главным образом аморфного кремнезема в форме фитолитарий (рис. 10).

Территория развития сульфатно-хлоридных солончаков характеризуется задернованностью солянками (*Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*), солончаковой лебедой (*Atriplex canum*) и другими галофитами, содержание кремнезема в золе которых, согласно литературным данным, не превышает 1—1,5% от веса сухого вещества.

Урожай сухой растительной массы солянковых лугов — не более 0,5 ц/га сухой массы. Следовательно, ежегодное поступление кремнезема в почву при минерализации растительных остатков выражается приблизительно в 0,5 кг/га. Поступление же кремнекислоты с капиллярными растворами от грунтовых вод, при среднем содержании кремнекислоты 60—70 мг/л и испаряемости 600 мм в районах развития сульфатно-хлоридных солончаков, равно примерно 350 кг/га. Свободная кремнекислота, обнаруживаемая в глубокой части почвенного профиля солончаков, очевидно, обязана своим происхождением исключительно циркулирующим капиллярным растворам.

Из приведенного обзора следует, что наибольшее содержание аморфной кремнекислоты отмечено в почвах, характеризующихся повышенным

Таблица 5

Данные 5%-ной КОН-вытяжки для осолодевающих солонцов и солодей

(в % на абс.-сухую почву)

№ разреза и почва	Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Связанной SiO_2 по формуле $2SiO_2, Al_2O_3$	Сверх формулы $2SiO_2Al_2O_3$		Сверх формулы $4SiO_2Al_2O_3$	
							SiO_2	Al_2O_3	SiO_2	Al_2O_3
26а Осолоделый солонец	A_1	3—9	3,04	—	0,04	0,001	2,99	—	2,94	—
	A_2	9—16	2,56	0,019	0,19	0,40	2,34	—	2,13	—
	B_1	16—30	1,96	—	0,053	0,12	1,89	—	1,83	—
	B_2	36—46	1,01	—	0,51	1,11	0,41	—	—	0,08
	C	140—150	1,97	0,037	0,683	1,49	1,17	—	0,36	—
26б Сильноосолоделый солонец	A_1	0—7	2,68	0,08	0,88	1,92	1,64	—	0,61	—
	A_1/A_2	8—11	2,85	—	0,43	0,93	2,35	—	1,84	—
	A_2	16—20	2,54	0,073	0,087	0,18	2,42	—	0,40	—
	B_1	22—27	1,94	0,7	0,58	1,26	1,26	—	0,57	—
	B_2	33—42	1,75	0,72	0,39	0,84	1,29	—	0,84	—
	B_3	65—76	0,81	—	0,33	0,71	0,43	—	0,04	—
19 Солодь	A_1	0—5	6,03	0,013	0,034	0,07	5,99	—	5,95	—
	A_2	10—16	5,50	0,058	0,38	0,72	5,13	—	4,72	—
	A_2	17—20	4,42	—	0,16	0,35	4,35	—	4,04	—
	B_1	20—35	1,64	0,013	0,08	0,17	1,51	—	1,46	—
	B_2	47—57	1,51	—	0,39	0,84	1,06	—	0,60	—
	C	120—130	2,56	—	0,44	0,95	2,04	—	1,53	—
32 Столбчатый солонец	A_1	0—14	0,80	—	0,25	0,53	6,65	—	6,22	—
	B_1	15—25	0,85	—	0,22	0,48	0,58	—	0,33	—
	B_2	31—35	0,76	—	0,15	0,33	0,46	—	0,40	—
	C	90—100	0,87	—	0,42	0,91	0,38	—	—	0,08
33 Осолоделый солонец	A_1	0—12	11,95	—	0,49	1,07	11,38	—	10,80	—
	A_2	12—15	5,59	—	0,25	0,54	5,30	—	5,00	—
	B_1	15—23	1,47	—	0,26	0,67	1,17	—	0,86	—
	B_2	39—44	0,86	—	0,46	1,00	0,32	—	—	0,1
	C	110—120	0,63	—	0,27	0,59	0,31	—	—	—
34 Сильноосолоделый солонец	A_1	0—9	6,88	—	0,21	0,46	6,63	—	6,39	—
	A_2	9—14	1,27	—	0,21	0,46	1,02	—	0,78	—
	B_1	14—25	1,29	—	0,69	1,50	0,48	—	—	0,14
	B_2	38—43	1,21	—	0,94	2,05	0,10	—	—	0,43
35 Солодь	A_2	4—15	4,02	—	0,07	0,15	3,94	—	3,85	—
	B_1	17—30	1,31	—	1,11	2,42	0,005	—	—	0,6
	B_2	40—45	1,27	—	0,43	0,94	0,76	—	0,26	—
	C	110—118	1,23	—	0,59	1,28	0,54	—	—	—

грунтовым увлажнением. Однако заметное накопление свободной кремнекислоты происходит лишь в незасоленных почвах. Чем сильнее засолены почвы, тем слабее выражено накопление в них аморфной кремнекислоты. Накопление аморфной кремнекислоты в почвах происходит главным образом вследствие развития биологических процессов минерализации растительных остатков высших растений, преимущественно злаков (Вильямс и Тюрин) и диатомовых водорослей, и отчасти вследствие приноса кремнезема капиллярными растворами, восходящими от грунтовых вод. Содержание свободной кремнекислоты в почвах при этом варьирует в зависимости от типа засоления грунтовых вод. Наиболее обогащены кремнеземом содовые воды, наименее — воды сульфатные.

Значимость отдельных факторов в процессах накопления аморфной кремневой кислоты в почвах варьирует по типам почв.

Кроме указанных причин, на накопление свободной кремнекислоты в почвах оказывает влияние механический состав почвообразующей породы. Количество аморфной кремнекислоты, извлекаемой КОН-вытяжкой, возрастает в глинистых и тяжелосуглинистых разностях почв и падает в супесчаных и песчаных.

С целью выявления влияния степени осолодения почв солонцового ряда на накопление аморфной кремнекислоты были произведены определения состава 5%-ных КОН-вытяжек в солонцах разной степени осолодения и в солодях. Первый ряд почв (Пензенская обл.) представлен двумя глубокостолбчатыми солонцами, осолоделым и сильноосолоделым, расположенными рядом на нижней части склона водораздела в разных условиях микрорельефа, и солодью под осиновым кустом. Исследуемые осолодевающие солонцы и колочная солодь Западной Сибири (Омская обл., Саргатский район) взяты с одной межколочной площадки на расстоянии друг от друга не более 3—4 м[1].

Прослеживая изменение содержания аморфной кремнекислоты в направлении от солонца к солоди, обнаружить какой-либо определенной закономерности не удалось (табл. 5). Наибольшая величина несвязанной кремнекислоты отмечена для гор. A_1 осолоделого солонца разр. 33 (11%); в солоди разр. 35 эта величина падает до 3,85%. Наблюдаемое возрастание содержания свободной кремнекислоты в верхнем горизонте солоди (разр. 19) до 6% обязано развитию луговых процессов, сказывающихся в накоплении гумуса, появлении следов оглеения в верхней части профиля солоди.

Согласно литературным данным (Прасолов и Антипов-Каратаев, 1930), для щелочного выветривания характерно образование вторичных минералов типа монтмориллонита, а не каолинита. Поэтому были произведены вычисления содержания свободной кремнекислоты, исходя из формулы монтмориллонита ($4SiO_2 Al_2 O_3$). Вычисления показали, что в иллювиальных горизонтах солонцов и солодей имеет место избыточное сверх формулы монтмориллонита накопление Al_2O_3, а не SiO_2. Общий же порядок чисел указывает на миграцию кремнекислоты в процессе осолодения, но не на ее накопление в профиле солонцовых почв.

ВЫВОДЫ

1. Накопление аморфной кремнекислоты в верхней части почвенного профиля не может служить надежным признаком, отличающим осолоделые почвы от других почвенных разновидностей, и скорее присуще вообще почвам, формирующимся в условиях постоянного или периодического повышенного грунтового увлажнения.

[1] Описания почв и их характеристика приведены в работе Базилевич (1947).

2. Кремнекислота в почвах, переходящая в 5%-ную КОН-вытяжку, может быть биологического происхождения, т. е. накапливаться в результате жизнедеятельности растений (фитолитарии) и диатомовых водорослей; может быть обусловлена современным поступлением с восходящим током капиллярных растворов от грунтовых вод, содержащих растворимые формы кремнезема; может переходить в 5%-ную КОН-вытяжку путем непосредственного разложения тонкопылеватой и иловатой фракции пород, содержащих кварц (Зырин).

ЛИТЕРАТУРА

Базилевич Н. И. Материалы к вопросу о генезисе солодей. «Почвоведение», № 4, 1947.

Базилевич Н. И. О соленакоплении в почвах и водах Барабинской низменности. «Тр. юбилейной сессии им. В. В. Докучаева», АН СССР, 1949.

Базилевич Н. И. Типы засоления природных вод и почв Барабинской низменности. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», т. 36, 1953.

Белов Н. П. и Лобова Е. В. Почвы и воды Кулундинской степи. Тр. СОПС АН СССР. Кулундинская экспедиция, ч. III, 1935.

Вильямс В. Р. Почвоведение, 1947.

Гедройц К. К. Коллоидальная химия в вопросах почвоведения. «Журн. оп. агрон.», т. XII, 1912.

Гедройц К. К. Осолодение почв, 1926.

Голуш Б. М. и Шаврыгин П. И. Значение состава золы некоторых видов дикорастущих растений в почвообразовании Барабы. «Почвоведение», № 12, 1951.

Зырин Н. Г. Аморфная кремнекислота в почве и методы ее определения. Сб. студ. научн. раб., МГУ, в. 8, 1940.

Иванова Е. Н. Материалы к изучению процессов осолодения в почвах лесостепи Западной Сибири. Л., 1930.

Иванова Е. Н. Генезис и эволюция засоленных почв в связи с географической средой. Почвы СССР, т. I. Изд. АН СССР, 1939.

Ковда В. А. К вопросу о движении и накоплении кремнекислоты в засоленных почвах. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева»; Матер. по изучению засоленных почв, т. XXII, в. 1, 1940.

Красюк А. А. Почвы Ленско-Амгинского водораздела (Якутский округ). Материалы комиссии по изучению Якутской ССР, в. 6, 1927.

Морозов С. С. Почвы и условия почвообразования на территории опытной станции «Красный маяк» Всес. н-и. ин-та северного зернового хозяйства и зернобобовых культур, 1937.

Никитин В. В. Почвы и общая характеристика природных условий лесостепного Зауралья. Тр. Пермск. биол. н.-и. ин-та, т. V, 1933.

Прасолов Л. И. К вопросу об осолодении. «Почвоведение», № 1, 1927.

Прасолов Л. И. и Антипов-Каратаев И. Н. О солонцеватых каштановых почвах Ергеней и о методике определения солонцеватости. «Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева», в. 3—4, 1930.

Роде А. А. Подзолообразовательный процесс. Изд. АН СССР, 1937.

Тюрин И. В. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах. «Пробл. сов. почвоведения», сб. 4, М., 1936.

Усов Н. И. Генезис и мелиорация почв Каспийской низменности. Саратов, 1940.

Усов Н. И. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах. «Почвоведение», № 9—10, 1943.

Ярилова Е. А. О кристаллизации фитолитарий в почве. «ДАН СССР», т. 83, № 6, 1952.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

Н. И. БАЗИЛЕВИЧ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОЛЛОИДОВ ОСОЛОДЕВАЮЩИХ СОЛОНЦОВ И СОЛОДЕЙ

Для изучения коллоидной части почв ряда осолодения нами были выделены фракция $<0{,}25\,\mu$ и фракция $1—0{,}25\,\mu$ из осолоделого и сильноосолоделого солонцов европейской лесостепной полосы (Пензенская обл., разр. 26а и 26б), из сильноосолоделого солонца (разр. 34) и солоди под березовым колком (разр. 35) черноземной лесостепи Западносибирской низменности (Омская обл.)[1].

Методика выделения коллоидов состояла в насыщении почвы натрием путем промывания 1 н. раствором хлористого натрия с последующей отмывкой избытка солей этиловым спиртом. Карбонатные образцы предварительно подвергались обработке 1%-ной уксусной кислотой. После неоднократного, через каждые 24 часа, сливания слоя (7 см) взмученных суспензий последние подвергались центрифугированию на центрифуге Мошева с повторным (до 8 раз) взмучиванием частиц, осевших на волчке. Таким образом достигалось полное разделение коллоидной ($<0{,}25\,\mu$) и предколлоидной фракций (частицы $1—0{,}25\,\mu$).

Полученные взвеси частиц $<0{,}25\,\mu$ или упаривались на водяной бане, или осаждались 0,25 н. соляной кислотой, которая добавлялась в суспензию до слаборозового окрашивания по метилоранжу.

Гели после отфильтрования высушивались в термостате при температуре не свыше 40—45° и поступали в анализ. Предколлоидная фракция собиралась с волчка центрифуги и сушилась в термостате при тех же условиях.

Количество коллоидной фракции в иллювиальных горизонтах, характеризующихся наибольшим накоплением продуктов вмывания (мы называем эти горизонты «максимально иллювиальными») достигает величин свыше 40% (44,3% в гор. B_2 разр. 34; табл. 1). Одновременно наблюдается резкое падение величины тонкой фракции в верхних горизонтах.

В гор. A_2 солоди (разр. 35) и сильно осолоделого солонца (разр. 34) выход коллоидов составляет около 2%.

Обогащение коллоидами иллювиальных горизонтов происходит путем не только приноса из верхней части почвенного профиля конечных продуктов распада, образующихся вследствие развития процессов щелочного гидролиза и аккумуляции и синтеза их в горизонтах В, но и образованием в солонцеватых горизонтах in situ, вследствие высокой щелочности,

[1] Описания почв и их характеристика приведены в работе Н. И. Базилевича (1947).

Таблица 1

Содержание коллоидной и предколлоидной фракций в осолодевающих солонцах и солоди

(в % на абсолютно-сухую почву)

№ разреза и почва	Горизонт	Глубина взятия образца, см	Частиц 1—0,25 μ	Частиц < 0,25 μ
26а	A_1	3—9	13,69	19,28
Осолоделый солонец	A_2	9—16	17,68	15,06
Пензенской обл.	B_1	16—30	12,26	41,98*
	B_2	36—46	12,99	39,72
	C	140—150	6,17	38,44
26б	A_1	0—7	14,59	21,88
Сильноосолоделый	A_2	16—20	11,14	4,36
солонец Пензенской	B_1	22—27	13,77	29,74
обл.	B_2	33—42	5,99	41,62*
34	A_1	0—9	12,39	4,54
Сильноосолоделый	A_2	9—14	8,37	2,03
солонец Зап. Си-	B_1	14—25	8,66	27,74
бири	B_2	38—43	4,40	44,30*
35	A_2	4—15	6,36	2,13
Солодь Зап. Сибири	B_1	17—30	9,14	37,66
	B_2	40—45	6,66	41,13*
	C	110—118	11,90	19,09

* Максимально-иллювиальный горизонт.

пептизации и диспергирования более крупных частиц. Процентное содержание в почвах предколлоидной фракции неизменно падает в горизонтах, содержащих наибольшие количества фракций < 0,25 μ. Очевидно, образование коллоидов происходит путем диспергации фракции от 1 до 0,25 μ и отчасти мелкой пыли.

Валовой состав коллоидов обнаруживает значительные различия по генетическим горизонтам исследуемых почв (табл. 2).

Запасы органического вещества в частицах < 0,25 μ в верхних горизонтах в среднем в четыре раза превышают количество гумуса в тех же горизонтах исходных почв (в отдельных случаях даже в пять с лишним раз). Данные валовых анализов исследуемых почв имеются в работе (1947). С глубиной эта разница несколько нивелируется.

Для всех разрезов характерно возрастание процента содержания органической части в коллоидах солонцового и подсолонцового горизонтов по сравнению с осолоделыми горизонтами A_2. Повидимому, гумус в горизонтах B_1 и B_2 иллювиального происхождения и вмыт сюда в процессе разрушения органоминерального почвенного поглощающего комплекса верхних горизонтов.

Количества органической части в предколлоидах обычно несколько выше, чем в исходных почвах. Однако и в этой фракции можно констатировать образование иллювиального гумуса в солонцовых и подсолонцовых горизонтах. Количество гумуса в гор. B_1 разр. 26 б меньше, чем в гор. B_2 (последний является максимально иллювиальным горизонтом).

Таблица 2

Валовой состав коллоидов осолодевающих солонцов и солоди

(в % на безгумусовую абсолютно-сухую навеску)

№ разреза и почва	Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая вода	Гигроскопическая вода	SiO_2	Гумус	Гумус в предколлоидной части на воздушно-сухую почву	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
26а	A_1	3—9	14,39	15,84	45,67	24,16	8,26	3,00
Осолоделый солонец	A_2	9—16	9,61	19,74	42,83	16,82	7,39	2,76
Пензенской обл.	B_1	16—30	9,55	6,21	49,74	5,96	4,92	2,60*
	B_2	36—46	11,63	4,46	51,40	9,96	3,61	2,85
	C	140—150	4,16	5,11	51,29	1,03	0,76	2,80
26б	A_1	0—7	9,62	15,66	48,18	15,06	8,31	3,1
Сильноосолоделый	A_2	16—20	6,57	21,65	42,98	13,30	5,32	3,4
солонец Пензенской	B_1	22—27	7,73	9,08	48,65	7,87	4,70	2,6
обл.	B_2	33—42	5,37	2,71	52,27	8,33	5,96	2,6*
34	A_1	0—9	13,62	12,55	48,03	44,27	10,34	3,4
Сильноосолоделый	A_2	9—14	—	—	—	—	3,49	—
солонец Зап. Сибири	B_1	14—25	5,89	5,47	47,52	3,31	3,31	2,3
	B_2	38—43	12,42	4,18	53,38	5,41	2,50	2,8*
35	A_1	4—15	—	—	—	—	—	—
Солодь Зап. Сибири	B_1	17—30	11,26	4,81	54,07	8,30	3,24	3,1
	B_2	40—45	8,47	6,48	48,72	2,74	2,26	2,3*
	C	110—118	5,81	5,44	47,42	1,54	2,22	2,3

№ разреза и почва	Горизонт	Глубина взятия образца, см	$R_2O_3+P_2O_5$	$Al_2O_3+P_2O_5$	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO
26а	A_1	3—9	29,74	19,38	10,36	0,63	2,10	3,31
Осолоделый солонец	A_2	9—16	30,47	22,18	8,29	0,72	1,96	1,02
Пензенской обл.	B_1	16—30	37,29	25,89	11,40	0,37	1,04	3,20
	B_2	36—46	35,25	25,66	9,59	0,54	1,12	3,43
	C	140—150	35,37	23,80	11,57	0,38	0,77	3,13
26б	A_1	0—7	29,37	20,64	8,78	0,36	1,09	1,19
Сильноосолоделый	A_2	16—20	23,79	17,54	6,26	0,67	3,24	2,25
солонец Пензенской	B_1	22—27	35,43	25,14	10,51	0,71	2,09	2,69
обл.	B_2	33—42	38,23	26,92	11,30	0,60	0,90	3,61
34	A_1	0—9	20,22	20,94	4,28	3,47	1,27	3,08
Сильноосолоделый	A_2	9—14	—	—	—	—	—	—
солонец Зап. Сибири	B_1	14—25	39,30	29,57	9,73	0,82	1,18	4,30
	B_2	38—43	35,91	25,78	10,13	0,87	0,78	3,94
35	A_1	4—15	—	—	—	—	—	—
Солодь Зап. Сибири	B_1	17—30	33,94	23,57	10,38	0,75	0,76	3,40
	B_2	40—45	39,30	28,75	10,56	0,44	0,62	3,32
	C	110—118	40,46	25,08	15,38	0,47	0,53	4,12

* Максимально-иллювиальный горизонт.

Минеральная часть коллоидов исследуемых почв отличается значительным накоплением R_2O_3 и соответственно этому относительно обеднена кремнеземом. Сумма R_2O_3 возрастает в максимально иллювиальных горизонтах по сравнению с верхними на 8—9%. В то же время отношения Al_2O_3/Fe_2O_3 в коллоидной фракции ниже, чем в исходной почве, что может служить указанием на значительно большую подвижность железа по сравнению с алюминием в процессе развития осолодения.

Наибольшие количества кремнезема в коллоидной фракции связаны с горизонтами, более глубокими, чем «максимально иллювиальные» по R_2O_3. Относительно повышенное содержание кремнезема наблюдается в карбонатных горизонтах. Накопление кремнезема в глубокой части почвенного профиля, возможно, происходит также вследствие испарения пленочно-капиллярных растворов обычно близко залегающих грунтовых вод.

Окиси магния в коллоидной фракции в два-три раза больше, чем в исходных почвах. Его больше всего в коллоидах иллювиальных горизонтов (в отдельных случаях свыше 4%; см. гор. B_1, разр. 34); соответственно коллоидная фракция гор. A_2 характеризуется значительными потерями его.

Форма магния в коллоидной фракции главным образом необменная. Окись кальция при образовании вторичных минералов играет сравнительно небольшую роль. По мере развития процессов осолодения происходит заметное обеднение тонких фракций кальцием. В коллоидах солода разр. 35 окиси кальция лишь немногим больше 0,5%.

В основном формирующийся коллоидный комплекс осолодевающих почв может быть охарактеризован для гор. A_1 как магнезиально-железо-алюмо-органокремневый с примесью других элементов.

С глубиной значение органической части уменьшается, и для гор. В коллоидный комплекс может быть назван магнезиально-органо-алюмо-кремневым с примесью других элементов, т. е. он является аналогичным коллоидному комплексу солонцовых почв (Ковда и Кадер, 1939).

Следовательно, верхние горизонты осолодевающих почв генетически становятся ближе к подзолистым, где роль органического вещества в формировании коллоидного комплекса почв наиболее существенна.

Исследуемые нами почвы осолоделого ряда характеризуются сравнительной узостью отношений SiO_2/R_2O_3. Максимум $SiO_2/R_2O_3 = 3{,}39$, $SiO_2/Al_2O_3 = 4{,}15$ (табл. 2). Для иллювиальных горизонтов отношения эти становятся еще более узкими. «Максимально иллювиальные» горизонты характеризуются наименьшими величинами отношения SiO_2/R_2O_3, а именно: для гор. B_1 разр. 26а—2,55, для гор. B_2 разр. 26б —2,6 и для гор. B_2 разр. 35—2,33. Однако узость отношений SiO_2/R_2O_3 в иллювиальных горизонтах свидетельствует не только о десиликации минералов, происходящей здесь, но скорее о процессах вмывания конечных продуктов распада, приносимых из верхней части почвенного профиля, благодаря большей подвижности R_2O_3 по сравнению с SiO_2, при осолодении и обогащенности иллювиальных горизонтов аморфными продуктами.

Некоторое расширение отношения SiO_2/R_2O_3 в горизонтах A_1 и A_2 объясняется относительным накоплением кремнезема и выносом R_2O_3. Если пересчитать валовой состав коллоидной фракции по отношению к исходной почве (подобно солянокислым вытяжкам), учитывая процент выхода коллоидов, различная природа генетических горизонтов осолодевающих почв выступает еще отчетливее (табл. 3)[1].

[1] Этот метод пересчета был впервые предложен Ковда и Кадер (1939). Процентное содержание частиц $<0{,}25\ \mu$ умножается на содержание того или иного окисла в коллоидной фракции. При расчетах учитывается и органическое вещество, и содержание окислов берется по отношению абсолютно-сухой навески, а не безгумусной.

Валовой состав фракций $<0{,}25\ \mu$ (в % от абсолютно-сухой почвы) Таблица 3

№ разреза и почва	Горизонт	Глубина взятия образца в см	SiO_2	$Al_2O_3 + P_2O_5$	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	Гумус
26а	A_1	3—9	6,68	2,83	1,52	0,09	0.31	0,48	4,66
Осолоделый солонец	A_2	9—16	5,39	2,79	1,04	0,09	0,25	0,13	2,53
Пензенской обл.	B_1	16—30	19,71	10,26	4,52	0,15	0,41	1,27	2,50
	B_2	36—46	18,39	9,18	3,43	0,18	0,40	1,23	3,96
	C	140—150	19,50	9,05	4,40	0,15	0,29	1,19	0,39
26б	A_1	0—7	8,94	3,83	1,62	0,07	0,20	0,22	3,30
Сильноосолоделый	A_2	16—20	1,63	0,66	0,24	0,02	0,12	0,09	0,58
солонец Пензенской	B_1	22—27	13,26	6,85	2,86	0,19	0,57	0,73	2,34
обл.	B_2	33—42	19,95	10,28	4,31	0,23	0,35	1,38	3,46
34	A_1	0—9	1,22	0,53	0,13	0,09	0,03	0,08	2,00
Сильноосолоделый	A_2	9—14	—	—	—	—	—	—	—
солонец Зап. Сибири	B_1	14—25	12,78	7,95	2,62	0,22	0,32	1,16	0,92
	B_2	38—43	22,31	10,77	4,24	0,36	0,33	1,65	2,40
35	A_2	4—15	—	—	—	—	—	—	—
Солодь Зап. Сибири	B_1	17—30	18,70	8,15	3,59	0,26	0,26	1,18	3,13
	B_2	40—45	19,44	11,47	4,21	0,18	0,21	1,32	1,13
	C	110—118	8,88	4,70	2,88	0,09	0,10	0,77	0,29

Бесспорным оказывается положение об участии гумуса в формировании иллювиальных горизонтов исследуемых почв. Подвижных органических веществ становится больше в горизонтах В для всех разрезов. Верхняя часть почвенного профиля заметно обеднена коллоидными формами по сравнению с материнской породой. Более всего обогащены ими иллювиальные горизонты. Гор. A_2 лишен подвижных соединений в наибольшей степени. Разница в количестве кремнезема в «максимально иллювиальном» и осолоделых горизонтах в разрезе осолоделого солонца разр. 26а достигает 266%. Соответственно сумма R_2O_3 возрастает в иллювиальном горизонте на 286%. Для сильно осолоделого солонца разр. 26б дифференцированность профиля выражена еще резче. Здесь разница между «максимально иллювиальным» и осолоделым гор. A_2 становится огромной: для кремнезема она больше 1000%, для R_2O_3 около 1500%.

К сожалению, мы не можем сопоставить подобным образом иллювиальные и осолоделые горизонты западносибирских почв, так как для гор. A_2 не располагаем данными валового анализа коллоидов. Вероятно, разница в содержании подвижных соединений по генетическим горизонтам в этих почвах выступила бы еще отчетливее.

Приведенные данные нам кажутся достаточными, чтобы составить заключение о весьма высокой подвижности кремнезема наряду с другими элементами в процессе развития осолодения почв. Накопление этого окисла в иллювиальных горизонтах западносибирских почв происходит значительно интенсивнее, чем у осолодевающих солонцов Пензенской обл. Очевидно, это явление объясняется более высокой исходной

солонцеватостью западносибирских почв и близким уровнем грунтовых вод.

Кроме указанных пересчетов по отношению к исходной почве, было произведено сопоставление содержания различных окислов в коллоидной фракции и валового содержания тех же окислов в почве с учетом выхода коллоидов. Эти расчеты показывают, какая часть окисла от валового его запаса в почве находится в коллоидной фракции (подобного рода расчеты впервые были предложены Ковда и Кадер, 1939)[1].

Органическое вещество в почвах находится главным образом в коллоидной форме (табл. 4). При сопоставлении между собой величин содержания гумуса в коллоидной фракции с валовым гумусом по генетическим горизонтам и при сравнении их по стадиям развития процессов осолодения видно, что активная часть органического вещества вымывается в нижнюю часть почвенного профиля, в то время как верхние горизонты, особенно гор. A_2, обогащаются относительно инертными продуктами. Это положение было в свое время высказано Гедройцем и нашло подтверждение в настоящей работе.

Таблица 4

Содержание различных элементов в коллоидной фракции осолодевающих солонцов и солоди по отношению к валовому составу этих же элементов в почвах (в %)

№ разреза и почва	Горизонт	Глубина взятия образца, см	SiO_2	$Al_2O_3 + P_2O_5$	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	Гумус
26а Осолоделый солонец Пензенской обл.	A_1	3—9	9,97	21,33	31,12	32,33	12,36	32,2	56,81
	A_2	9—16	7,90	23,68	26,05	15,1	16,13	10,46	33,29
	B_1	16—30	31,72	58,23	65,74	42,0	21,0	54,78	40,77*
	B_2	36—46	28,99	55,25	62,07	39,7	19,85	45,59	72,99
	C	140—150	29,36	56,29	77,47	30,8	6,53	51,74	98,97
26б Сильноосолоделый солонец Пензенской обл.	A_1	0—7	13,14	28,18	28,44	16,43	10,95	13,69	45,58
	A_2	16—20	2,05	6,87	8,80	4,4	12,32	8,0	21,16
	B_1	22—27	19,22	47,65	61,93	41,58	31,33	41,28	66,50
	B_2	33—42	31,90	57,08	63,62	83,2	16,64	59,70	79,70*
34 Сильноосолоделый солонец Зап. Сибири	A_1	0—9	1,72	4,88	4,82	2,15	20,00	7,00	23,45
	A_2	9—14	—	—	—	—	—	—	—
	B_1	14—25	17,68	63,10	53,71	3,70	33,24	68,41	47,58
	B_2	38—43	33,56	61,51	66,45	29,60	28,18	74,50	96,95*
35 Солодь Зап. Сибири	A_2	4—15	—	—	—	—	—	—	—
	B_1	17—30	27,34	56,16	60,71	20,31	16,50	73,06	78,12
	B_2	40—45	28,55	67,85	76,96	14,91	14,71	62,62	98,55*
	C	110—118	12,78	38,52	68,67	16,00	1,92	42,44	98,11

* Максимально-иллювиальный горизонт.

[1] При этом величины содержания в коллоидной форме того или иного элемента (см. табл. 3) делятся на валовое содержание этого же элемента в почве и выражаются в процентах, т. е. умножаются на 100.

В гор. A_2 (разр. 26а) осолоделого солонца коллоидного гумуса 33,29%, в сильно осолоделом солонце разр. 26б только 21,16%. Гумус нижних горизонтов является целиком коллоидным, что доказывает его иллювиальную природу.

Из минеральных окислов наибольшее содержание в коллоидной фракции по отношению к валовому его количеству отмечено для железа (до 77,47%). Второе место принадлежит окиси алюминия.

Относительное содержание окиси магния в коллоидной фракции весьма близко к окиси алюминия Затем уже следуют MnO и кремнезем. Наблюдается весьма малая степень коллоидности и кремнезема для гор. A_1, особенно гор. A_2. Практически здесь весь кремнезем представлен остаточными инертными продуктами. Наименьшее относительное содержание в коллоидной фракции отмечается для окиси кальция в связи с его ограниченной ролью в образовании вторичных минералов.

При сравнении разницы в выходе коллоидов в горизонтах A_2 и B_1 разр. 26б (она приблизительно равна 27%) и разницы между относительным участием R_2O_3 в коллоидной фракции по этим же горизонтам, составляющую 39,7% для окиси железа и 34,5% для окиси алюминия, видно, что по относительному содержанию R_2O_3 в коллоидной фракции эти горизонты отличаются значительно больше, чем по содержанию частиц $<0{,}25\,\mu$. Очевидно, этот избыток коллоидных форм R_2O_3 мог образоваться лишь путем диспергации частиц in situ.

Для разр. 26б это явление выступает еще отчетливее.

Рентгеноскопические исследования коллоидов показали преобладание минералов группы монтмориллонита, присутствие слюд и следы кварца (в гор. A_2).

Все рентгенограммы фракции $<0{,}25\,\mu$, за исключением снятых с образцов из собственно осолоделых гор. A_2, характеризуются сильной завуалированностью. Для гор. A_1 это явление объясняется значительными количествами органического вещества в коллоидах гумусовых горизонтов. Диффузные же кольца на рентгенограммах иллювиальных горизонтов свидетельствуют о наличии аморфного вещества — повидимому комплексов гидроокисей R_2O_3.

Рентгенограммы гор. A_2 четкие, с большим числом линий диффракционного спектра.

Количество аморфного вещества в гор. A_2 ничтожно. Повидимому, явления синтеза здесь выражены очень слабо. В основном гор. A_2 характеризуется процессами распада и выноса конечных продуктов разложения.

Возможность синтетического новообразования минералов во много раз отстает здесь от совершающегося разрушения первичных и, повидимому, вторичных минералов.

Явления синтеза особенно полное выражение приобретают в богатых аморфными веществами иллювиальных горизонтах осолодевающих почв.

Цвет прокаленных остатков коллоидов для нижней части почвенного профиля охристо-кирпичный, обусловленный, повидимому, содержанием свободной окиси железа.

Рентгенографические исследования предколлоидной фракции показали однообразие минералогического состава по профилю почв. Весьма характерно для этой фракции незначительное количество глинных минералов. Минералогический состав этой фракции в основном представлен слюдами, кварцем и, менее, монтмориллонитом.

ВЫВОДЫ

1. В процессе развития осолодения происходит формирование иллювиальных горизонтов и дифференциация почвенного профиля осолодевающих почв.

2. Иллювиальные горизонты характеризуются наибольшим обогащением коллоидной фракцией.

3. В иллювиальных горизонтах происходит накопление R_2O_3, окиси магния, кремния и органического вещества.

4. Цементация и уплотненность иллювиальных горизонтов осолоделых почв, очевидно, обусловлена заполнением их пор соединениями кремния, мигрирующими из верхней части почвенного покрова.

5. Относительное содержание R_2O_3, MgO и органического вещества в коллоидах превышает содержание указанных элементов в исходных почвах.

6. По активности накопления в коллоидах элементы могут быть расположены в следующий ряд: органическое вещество $> Fe_2O_3 > Al_2O_3 > MgO > \frac{MnO}{SiO_2} > CaO$.

ЛИТЕРАТУРА

Антипов-Каратаев И. Н. и Бруновский В. К. Химическое и рентгенографическое исследование коллоидных фракций некоторых почвенных разностей. «Колл. журн.», т. II, в. 5, 1936.

Антипов-Каратаев И. Н. О новейших работах по исследованию почвенных коллоидов за границей. «Почвоведение», № 7 и 9, 1940.

Базилевич Н. И. Материалы к вопросу о генезисе солодей. «Почвоведение», № 4, 1947.

Гедройц К. К. Осолодение почв. 1926.

Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Изд. АН СССР, 1947.

Ковда В. А. и Кадер Г. М. Валовой состав коллоидной фракции в солонцах Заволжья. «Пробл. сов. почвовед.», сб. 7, 1939.

Седлецкий И. Д. Почвенная рентгенография. М.—Л., 1939.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

А. И. ЗЕЛЕНОВА

СОДЕРЖАНИЕ ИОДА В ПОЧВАХ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Изучение содержания иода в почве может дать, помимо ответов на другие вопросы, дополнительный материал о происхождении встречающихся солевых аккумуляций в породах и почвах. Для выяснения некоторых особенностей соленакопления в почвах Кура-Араксинской низменности нами было проведено определение валового содержания иода в нескольких образцах почв из Сальянской степи (разр. 1—9) и юго-восточной Ширвани (разр. 10—18). Иод определялся в средневзвешенном образце почвы, а в трех случаях — по генетическим почвенным горизонтам, по методу, предложенному Биогеохимической лабораторией АН СССР.

Сальянская степь относится к типу приморских дельт, возникших на месте обширного морского залива. Почвенный покров ее представлен различными сероземно-луговыми[1], солончаковыми, малоразвитыми и, как правило, сильнозасоленными почвами. Развиты они на смешанных дельтово-морских слоистых отложениях, различного механического состава, с преобладанием тяжелых суглинков и глин. Засоленность почвы в большинстве случаев высокая (плотного остатка до 3,0%). Среди легкорастворимых солей преобладают хлориды (до 1,5%). Разр. 9, в отличие от остальных разрезов, был заложен на площадке, где поверхностные слои пород подпитывались глубинными пластовыми водами, вследствие чего почва оказалась необычайно богатой хлористыми солями при очень малом содержании сульфатов. Количество плотного остатка по горизонтам почвы колеблется в пределах 1,7—13,0%, хлора 0,6—6,8%, количество SO_4 составляет всего 0,01—0,9%. В смежной с Сальянской степью юго-восточной Ширвани почвы, где были заложены разрезы (10—18), характеризуются тяжелым механическим составом, высоким содержанием солей и в почвах и в залегающих под ними грунтовых водах, выходами глубинных высокоминерализованных вод, что при малом количестве осадков и высокой температуре приводит к испарению их и еще большему засолению почвы. В засолении участвуют и соли иода.

По условиям засоления в почвах Сальянской степи и юго-восточной Ширвани следовало ожидать значительных количеств иода, что и подтвердилось (табл. 1).

Сопоставляя данные табл. 1, можно заметить значительную разницу в содержании иода в исследованных почвах: в Сальянской степи в разр. 1—8 количество иода равно (3,07÷7,12). 10^{-4}%, в разр. 9 оно составило

[1] По А. Н. Розанову (1952) серо-коричнево-луговыми.

Таблица 1

Содержание иода в средневзвешенном образце почвы

№ разреза	Название почвы или (поверхностной) породы	Глубина разреза, см	% валового иода на сухую почву
	Сальянская степь		
1	Солончаковая песчаная малоразвитая почва современной маршевой террасы	0—85	$7{,}02 \cdot 10^{-4}$
2	Слаборазвитая почва, формирующаяся по типу сероземно-лугово-солончаковых на морских песчаных отложениях	0—164	$6{,}18 \cdot 10^{-4}$
3	Слаборазвитая солончаково-солонцеватая сероземно-луговая почва	0—150	$3{,}82 \cdot 10^{-4}$
4	Светлосерая слаборазвитая сероземно-луговая, солонцеватая, остепняющаяся почва	0—220	$4{,}94 \cdot 10^{-4}$
5	Светлосерая слаборазвитая солончаковая слабосолонцеватая сероземно-луговая почва . .	0—190	$3{,}07 \cdot 10^{-4}$
6	Слаборазвитая, слабосолончаковая, сероземно-луговая почва	0—200	$6{,}46 \cdot 10^{-4}$
7	Слаборазвитая солонцеватая почва сероземно-луговая с признаками остепняющихся	3—190	$7{,}12 \cdot 10^{-4}$
8	Светлосерая сероземно-лугово-солончаковая почва	0—315	$3{,}87 \cdot 10^{-4}$
9	Пухлый развеваемый солончак	0—290	$1{,}75 \cdot 10^{-3}$
	Юго-восточная Ширвань		
10	Светлосерая сероземно-луговая солончаковатая на аллювиальных отложениях р. Куры . . .	0—245	$1{,}85 \cdot 10^{-3}$
11	Бугристый солончак	0—200	$5{,}01 \cdot 10^{-3}$
12	Бугристый солончак	0—125	$7{,}79 \cdot 10^{-3}$
13	Светлобурая солонцеватая на третичных породах	0—145	$3{,}75 \cdot 10^{-3}$
14	«Шоровый» солончак	0—160	$4{,}94 \cdot 10^{-3}$
15	Светлобурая слаборазвитая солонцевато-солончаковая на каспийских отложениях	0—450	$5{,}04 \cdot 10^{-3}$
16	Примитивная солонцевато-солончаковая почва	0—160	$2{,}57 \cdot 10^{-3}$
17	Солончак на сопочной брекчии (вынос сопки)	0—745	$2{,}16 \cdot 10^{-3}$
18	«Шоровый» солончак	0—150	$5{,}48 \cdot 10^{-3}$

$1{,}75 \cdot 10^{-3}$%, а в почвах юго-восточной Ширвани достигло необычайно большой величины —$7{,}79 \cdot 10^{-3}$% (бугристый солончак, разр. 12). Содержание иода в почвах Сальянской степи, за исключением разр. 9, колеблется в близких пределах, а в некоторых случаях очень немного превышает данные, известные из литературы ($5 \cdot 10^{-4}$%). Незначительное превышение содержания иода можно объяснить влиянием здесь приморского засоления, сказавшегося на этой части низменности. Что же касается разр. 9 и почв юго-восточной Ширвани, то из анализа цифр следует, что обогащение этих почв иодом происходит из каких-то дополнительных источников, повидимому из глубинных пластовых вод. Выше указывалось, что почва из разр. 9 подпитывается глубинными пластовыми водами, а в юго-восточной Ширвани глубинные воды в некоторых случаях подпитывают почвенно-грунтовые воды (разр. 17 и 18). У разр. 12 глубинные воды выходят непосредственно на дневную поверхность. Они пропитывают почву и, испаряясь, повышают содержание солей в ней.

Определение иода по горизонтам было проведено в почвах Сальянской степи из разрезов 7,6 и 9 (табл. 2).

Таблица 2

Содержание иода по горизонтам

Разр.	Название почвы или (поверхностной) породы	Мощность горизонта, см	% валового иода на сухую почву
7	Слаборазвитая солонцеватая почва, сероземно-луговая с признаками остепняющихся	3—11	$1{,}09 \cdot 10^{-3}$
		11—34	$5{,}46 \cdot 10^{-4}$
		34—38	$7{,}50 \cdot 10^{-4}$
		38—50	$9{,}96 \cdot 10^{-4}$
		50—81	$2{,}63 \cdot 10^{-4}$
		81—117	$6{,}63 \cdot 10^{-4}$
		117—145	$1{,}44 \cdot 10^{-3}$
		145—190	$1{,}07 \cdot 10^{-3}$
6	Слаборазвитая слабосолончаковая сероземно-луговая почва	0—11	$1{,}65 \cdot 10^{-3}$
		11—23	$9{,}46 \cdot 10^{-4}$
		23—38	$3{,}94 \cdot 10^{-4}$
		38—58	$4{,}05 \cdot 10^{-4}$
		58—98	$3{,}59 \cdot 10^{-4}$
		98—115	$2{,}38 \cdot 10^{-4}$
		115—200	$1{,}17 \cdot 10^{-3}$
9	Пухлый развеваемый солончак	0—3	$6{,}34 \cdot 10^{-4}$
		3—10	$1{,}10 \cdot 10^{-3}$
		10—26	$9{,}18 \cdot 10^{-4}$
		26—56	$1{,}96 \cdot 10^{-3}$
		56—85	$8{,}31 \cdot 10^{-4}$
		85—115	$9{,}91 \cdot 10^{-4}$
		115—150	$1{,}06 \cdot 10^{-3}$
		150—200	$4{,}28 \cdot 10^{-3}$
		200—240	$9{,}06 \cdot 10^{-4}$
		240—280	$1{,}43 \cdot 10^{-3}$
		280—300	$2{,}61 \cdot 10^{-3}$

В распределении иода по горизонтам в разр. 6 и отчасти в разр 7 наблюдается резкое увеличение иода в верхних и нижних горизонтах и снижение его в средних. Высокое содержание иода в верхних горизонтах можно объяснить свойством почвы поглощать иод из воздуха и обогащаться им из растительных остатков. Снижение иода в средних горизонтах профиля, возможно, объясняется перемещением иода корнями растений в верхнюю часть почвенного профиля. В разр. 9 все горизонты, кроме 0—3 см, дают высокие показатели по содержанию иода. Около разреза не было никакой растительности (из-за чрезвычайно высокого засоления почвы),

поэтому накопление иода в верхних горизонтах биологическим путем не происходило. Общее высокое содержание иода в данной почве, вероятно, обязано капиллярному подтягиванию солевых растворов, восходящих от грунтовых вод.

При высоком засолении почв легкорастворимыми солями интересно было выделить воднорастворимые соединения иода. Среднее содержание в почве воднорастворимых соединений иода может быть различным (Виноградов, 1950). Для определения количества воднорастворимого иода нами была взята почва из Сальянской степи — пухлый развеваемый солончак (разр. 9), и из юго-восточной Ширвани — бугристый солончак (разр. 12) и «шоровый» солончак (разр. 18). Была сделана водная вытяжка (трехминутное взбалтывание при отношении почвы к воде 1 : 5). Фильтрат обрабатывался по методу Биогеохимической лаборатории АН СССР. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание воднорастворимого иода в почвах

Разрез	Название почвы или (поверхностной) породы	Мощность горизонта	% воднорастворимого иода на сухую почву	% отношения воднорастворимого иода к валовому, принятому за 100
	Сальянская степь			
9	Пухлый развеваемый солончак	0—3	$3{,}75 \cdot 10^{-5}$	5,9
		3—10	$2{,}1 \cdot 10^{-5}$	1,9
		10—26	$2{,}5 \cdot 10^{-5}$	2,7
		26—56	$4{,}2 \cdot 10^{-5}$	2,1
		56—85	$6{,}1 \cdot 10^{-5}$	7,3
		85—115	$4{,}7 \cdot 10^{-5}$	4,7
		115—150	$4{,}9 \cdot 10^{-5}$	4,6
		150—200	$1{,}06 \cdot 10^{-4}$	2,4
		240—280	$7{,}2 \cdot 10^{-5}$	5,0
	Юго-восточная Ширвань			
12	Бугристый солончак	0—2	$2{,}95 \cdot 10^{-4}$	
		2—20	$1{,}67 \cdot 10^{-4}$	
		20—50	$1{,}06 \cdot 10^{-4}$	
		50—75	$8{,}91 \cdot 10^{-4}$	
		75—95	$5{,}80 \cdot 10^{-4}$	
		95—125	$7{,}98 \cdot 10^{-4}$	
	Средневзвешенное для разр. 12		$5{,}06 \cdot 10^{-4}$	6,5
18	«Шоровый» солончак	0—150	$1{,}80 \cdot 10^{-4}$	3,2

Примечание. Из-за малого количества почвы не проведено определение воднорастворимого иода в гор. 200—240 см и 280—300 см. разр. 9.

Довольно значительное количество иода (до $8{,}91 \cdot 10^{-4}$ %) в бугристом солончаке (разр. 12).

Несмотря на ограниченное число исследованных почвенных образцов, все же можно на основании полученного материала делать следующие выводы.

1. Исследованные почвы содержат иода больше, чем сероземы (Виноградов, 1950). Часть иода находится в воднорастворимой форме.
2. В некоторых случаях отмечено повышенное содержание иода в почвах, что связано с дополнительным его поступлением из вод глубинного происхождения.
3. Количественное определение иода в почве может служить дополнительным материалом по выяснению происхождения засоления почв.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах, 1950. Труды Биогеохимической лаборатории АН СССР, в. III, 1935; в. V, 1939; в. VII, 1944; в. VIII, 1945.

Розанов А. Н. Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности. «Почвоведение» № 12, 1952.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

Д. Н. ИВАНОВ и В. С. МУРАТОВА

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИТИЯ В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ

При изучении засоленных почв возникли предположения о возможности накопления в них солей лития, значительные количества которых могут придавать почвам отрицательные свойства. Настоящее исследование было предпринято с целью выяснения общей картины распространения лития в засоленных почвах, соленых водах, соленых грязях и в солевых скоплениях.

Образцы были взяты из засоленных почв разных типов засоления и различного происхождения в Азербайджане, Армении, среднеазиатских республиках и Барабинской низменности. Анализ проб был выполнен спектральным методом (метод спектров сравнения). Источником возбуждения спектра служило ацетилено-воздушное пламя, обеспечивающее постоянство условий возбуждения и высокую чувствительность определения лития. Пробы анализировались в виде порошков и жидкостей. Ниже приводятся результаты анализов почв на содержание лития в процентах на почву, высушенную при 105°.

Содержание лития в почвах Азербайджана

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
Сульфатный солончак (Антипов-Каратаев) *	0—2	$3 \cdot 10^{-3}$
	2—7	3.
	7—20	2.
	20—40	2.
	40—60	2.
	60—75	3.
	75—90	4.
	90—110	4.
Хлоридный солончак (Антипов-Каратаев)	0—2	$4 \cdot 10^{-3}$
	2—7	3.
	7—10	4.
Солонец-солончак (Антипов-Каратаев)	0—2	$2 \cdot 10^{-3}$
	2—15	4.
	15—32	3.
	32—50	3.
	50—70	3.

* В скобках указаны фамилии лиц, собиравших образцы почв.

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
Пухлый солончак на аллювий (Лебедев)	Пухлый горизонт	$0{,}2 \cdot 10^{-3}$
	33—53	3.
	85—120	3.
Корковый солонец-солончак на аллювий (Зольников)	4—14	$3 \cdot 10^{-3}$
	14—25	3.
	25—40	3.
	70—90	2.
	90—110	2.
	130—150	2.
	170—180	3.
Рассоляющийся луговой солончак на дельтовых отложениях (Лебедев)	4—8	$4 \cdot 10^{-3}$
	28—50	3.
	90—116	2.
	165—195	2.
	250—325	3.
	475—500	3.
	600—650	3.
	725—775	3.
Шоровый хлоридный солончак, питающийся глубинными водами, на глинистых отложениях грязевых сопок (Лебедев)	0—1	$0{,}5 \cdot 10^{-3}$
	1—25	2.
	25—50	2.
	50—75	2.
	75—125	2.
	125—150	3.
Хлоркальциевый бугристый солончак, глинистый, на делювии (Лебедев)	0—2	$3 \cdot 10^{-3}$
	2—20	3.
	20—50	3.
	50—75	3.
	75—95	3.
	95—125	3.
Приморский солончак на обнажившихся морских отложениях	0—0,5	$2 \cdot 10^{-3}$
	13—24	3.
	24—50	3.
	50—65	3.
	65—85	2.
Солончаковые морские донные отложения (Егоров)	0—8	$3 \cdot 10^{-3}$
	8—36	3.
	36—48	3.
	48—80	3.
	80—103	2.
	103—185	3.
	185—210	2.
	210—230	3.
	230—240	2.
Пухлый солончак глубинного питания на тяжелосуглинистом аллювии (Егоров)	0—3	$2 \cdot 10^{-3}$
	3—10	2.
	10—26	2.
	26—56	3.
	56—85	2.
	85—115	3.

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
	115—150	
	150—200	$2 \cdot 10^{-3}$
	200—240	4.
	240—280	4.
	280—290	3.
		4.
Вторичный солончак на суглинистом аллювии (Егоров)	0—5	
	5—20	$5 \cdot 10^{-3}$
	20—40	4.
	40—66	4.
	66—82	4.
	82—100	4.
	100—152	4.
		3.
Бугристый солончак (Зольников)	0—10	
	10—20	$7 \cdot 10^{-3}$
	20—30	5.
	30—50	4.
	50—90	2.
	225—260	2.
	260—280	3.
	325—370	4.
Приморский солончак (Егоров)	0—7	$4 \cdot 10^{-3}$
	7—18	4.
	18—37	4.
	37—47	3.
	47—100	2.
	100—150	3.
	150—177	2.
Светлосерая солончаковая почва на аллювии (Егоров)	0—6	$3 \cdot 10^{-3}$
	6—18	3.
	18—42	2.
	42—80	3.
	80—150	2.
	150—170	2.
Пухлый солончак на аллювии (Егоров)	0—2	$2 \cdot 10^{-3}$
	2—10	2.
	10—45	3.
	45—90	2.
	90—160	3.
	160—340	3.
Мокрый солончак (Егоров)	0—0,5	$5 \cdot 10^{-3}$
	0,5—14	5.
	14—40	5.
	40—92	4.
	92—170	2.

Несмотря на различный характер засоления, содержание лития в засоленных почвах Азербайджана колеблется в очень узких пределах: подавляющее число анализов дает $2 \div 4 \cdot 10^{-3}$%, составляя в среднем $3 \cdot 10^{-3}$%.

Содержание лития в засоленных почвах Средней Азии

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
Рассоляющийся солончак (бывший пухлый) сульфатного засоления (Розанов)	0—6	$7 \cdot 10^{-3}$
	6—13	8.
	13—18	8.
	18—30	6.
	64—80	4.
	140—170	8.
	190—200	5.
	240—260	4.
	280—300	5.
Мокрый глинистый хлоридно-кальциевый солончак на аллювии (Розанов)	0—4	$2 \cdot 10^{-3}$
	10—26	3.
	26—35	3.
	50—60	2.
Пухлый солончак вторичного засоления сульфатного типа (Розанов)	0—1	$4 \cdot 10^{-3}$
	1—12	3.
	12—16	3.
	21—45	4.
	45—60	3.
	60—75	4.
	104—116	3.
	135—150	3.
	150—160	3.
	210—240	3.
Солонец солончаковатый хлоридно-сульфатного типа засоления (Ковда)	0—0,5	$4 \cdot 10^{-3}$
	0,5—3	4.
	14—19	3.
	19—37	4.
	37—55	3.
	55—80	3.
Такыр глинистый солончаковатый на аллювии (Розанов)	0—4	$2 \cdot 10^{-3}$
	5—10	4.
	13—18	3.
	23—30	2.
	33—43	2.
	55—60	3.
	70—80	3.
	95—100	3.
Термитник солончаковатый (Розанов)	0—0,5	$4 \cdot 10^{-3}$
	0,5—5	4.
	5—11	4.
	24—34	4.
	40—50	4.

Подавляющее число образцов среднеазиатских почв содержит $3—4 \cdot 10^{-3}$% лития, в среднем $4 \cdot 10^{-3}$%, что несколько выше среднего содержания лития в почвах Азербайджана.

Содержание лития в засоленных почвах Барабинской низменности

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
Солонцеватый содовый солончак на тяжелосуглинистых древне-аллювиальных отложениях четвертичного возраста (Базилевич)	0—2	$3 \cdot 10^{-3}$
	2—10	3.
	10—20	3.
	20—70	4.
	70—120	4.
	120—160	3.
	160—190	3.
Содовый луговой солончак, на тех же отложениях, что и предыдущий разрез (Базилевич)	0—7	$2 \cdot 10^{-3}$
	7—15	3.
	15—25	2.
	25—40	2.
	40—90	2.
	90—150	2.
Содовый луговой солончак на тех же отложениях, что и предыдущий разрез (Базилевич)	0—18	$5 \cdot 10^{-3}$
	18—43	5.
	70—120	5.
Содово сульфатный солончак на водно-ледниковых отложениях покровного типа (Шаврыгин)	0—10	$4 \cdot 10^{-3}$
	10—20	4.
	20—40	3.
	40—55	3.
	55—80	2.
	80—100	4.
	110—150	3.
Корково-столбчатый сульфатно-содовый солонец-солончак на тех же отложениях, что и предыдущий разрез (Шаврыгин)	0—5	$3 \cdot 10^{-3}$
	5—15	4.
	15—25	4.
	25—40	4.
	40—60	3.
	60—85	3.
	85—120	3.
	120—170	4.
Луговой солончак хлоридно-сульфатного типа засоления, на тех же отложениях, что и предыдущий разрез (Шаврыгин)	0—5	$4 \cdot 10^{-3}$
	5—15	4.
	15—30	3.
	30—45	3.
	45—65	3.
	65—90	3.
	90—140	3.

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
Соровый солончак (днище усыхающего озера) сульфатно-хлоридного типа засоления, на молодых озерно-аллювиальных отложениях (Базилевич)	0—20	$5 \cdot 10^{-3}$
	20—40	4.
	40—55	3.
	55—78	2.
	78—80	2.
	80—90	2.
Содовый солончак (Базилевич)	11—18	$5 \cdot 10^{-3}$
	18—35	7.
	35—46	5.
	46—60	3.
	60—90	3.
	100—140	3.
	140—190	3.
Луговой содовый солончак (Базилевич)	0—18	$5 \cdot 10^{-3}$
	18—43	5.
	70—120	5.

Содержание лития в почвах Барабинской низменности колеблется в пределах $3—4 \cdot 10^{-3}$ при среднем содержании примерно $3 \cdot 10^{-3}$%.

Для сопоставления приводим данные анализа на литий серой лесной почвы и чернозема центральных областей европейской части СССР.

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание лития, %
Серая лесная тяжелосуглинистая на сильно-опесчаненном лессовидном суглинке (Афанасьева)	0—10	$3 \cdot 10^{-3}$
	10—20	3.
	30—40	3.
	70—80	3.
	90—100	2.
	120—130	2.
	140—150	2.
Чернозем обыкновенный, среднемощный, среднегумусный, тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке (Афанасьева)	0—10	$4 \cdot 10^{-3}$
	30—40	4.
	60—70	4.
	80—90	3.
	100—110	3.
	140—150	3.
	170—180	2.

Из приведенных данных видно, что незасоленные почвы содержат лития столько же, сколько и засоленные.

Содержание лития в солях и выцветах солей

(сто определений)

Число анализов	Содержание лития, %	Число анализов	Содержание лития, %
12	0	10	$4 \cdot 10^{-3}$
12	$0{,}1—0{,}5 \cdot 10^{-3}$	2	5·
13	1·	1	6·
24	2·	1	7·
24	3·	1	8·

Образцы собраны Антиповым-Каратаевым, Беспаловым, Ивановым и Феофаровой.

Интервал колебаний концентрации лития в солях и выцветах солей значительно шире, чем в почвах (0—$8 \cdot 10^{-3}$%), но среднее содержание его здесь ниже, чем в почвах (около $2{,}10^{-3}$%), причем значительная часть образцов имеет очень малое содержание лития ($1 \cdot 10^{-3}$%); в первую очередь к ним относятся гипсоносные образцы.

Содержание лития в илах и грязях грязевых вулканов, грифонов, рек и озер Азербайджана

(23 определения)

Число определений	Содержание лития, %	Число определений	Содержание лития, %
1	$0{,}2 \cdot 10^{-3}$	6	$3 \cdot 10^{-3}$
1	0,5·	8	4·
1	1·	2	5·
4	2·		

Образцы собраны Беспаловым, Муратовой, Ивановым, Захарьиной.

Содержание лития в илах и грязях совпадает в среднем с содержанием его в почвах.

Содержание лития в водах различных районов

(40 определений)

	Число анализов	Содержание лития, %
Грунтовые и дренажные воды	5	$1 \cdot 10^{-5}$
	1	$2 \cdot 10^{-5}$
	2	$7 \cdot 10^{-5}$
	1	$8 \cdot 10^{-5}$
	1	$1 \cdot 10^{-4}$
	2	$5 \cdot 10^{-4}$
Воды минеральных источников	1	$5 \cdot 10^{-6}$
	2	$5 \cdot 10^{-5}$
	1	$8 \cdot 10^{-5}$
	2	$1 \cdot 10^{-4}$
Воды грязевых вулканов	1	$4 \cdot 10^{-5}$
	1	$5 \cdot 10^{-5}$
	1	$9 \cdot 10^{-5}$
	1	$1 \cdot 10^{-4}$
	1	$4 \cdot 10^{-4}$
	1	$8 \cdot 10^{-4}$
Воды грифонов	2	$3 \cdot 10^{-5}$
	3	$5 \cdot 10^{-5}$
	1	$7 \cdot 10^{-5}$
	1	$8 \cdot 10^{-5}$

	Число анализов	Содержание лития, %
Воды озер и рек	1	$8 \cdot 10^{-7}$
	1	$1 \cdot 10^{-6}$
	1	$4 \cdot 10^{-6}$
	1	$4 \cdot 10^{-5}$
Воды нефтяных скважин	1	$5 \cdot 10^{-5}$
	1	$5 \cdot 10^{-5}$
Артезианские воды	1	$5 \cdot 10^{-4}$
	1	$8 \cdot 10^{-7}$
	1	$1{,}5 \cdot 10^{-5}$

Образцы собраны Антиповым-Каратаевым, Беспаловым, Ивановым, Муратовой, Базилевич.

Наиболее богаты литием воды нефтяных скважин и грязевых вулканов Азербайджана. Весьма постоянное содержание лития показывают воды грифонов ($3 \div 8 \cdot 10^{-5}$%). В грунтовых, минеральных и артезианских водах содержание лития сильно колеблется даже по одним и тем же районам.

Содержание лития в растениях, характерных для засоленных почв

(в % к весу растения, высушенного при 105°)

Название растения	Содержание лития
Suaeda confusa (листья и побеги)	$2 \cdot 10^{-4}$
Petrosimonia brachiata (листья и побеги)	2·
Tamarix ramosissima (листья)	1·
Suaeda microphylla (листья)	2·
Salsola nodulosa (листья и бутоны)	4·
Reaumuria cistoides (листья, бутоны, цветы)	3·

ВЫВОДЫ

1. Геохимическая связь между литием и натрием в циклах соленакопления нашими исследованиями засоленных почв и солевых скоплений не подтвердилась. Незасоленные почвы содержат литий в таких же количествах, как и засоленные.

2. В засоленных почвах литий содержится в сильно рассеянном состоянии и в малых количествах: $3—4 \cdot 10^{-3}$% при кларке для земной коры $5 \cdot 10^{-3}$%.

3. Концентрации лития выше средних встречаются редко, но и они не выходят за пределы величин того же порядка ($n \cdot 10^{-3}$%).

4. Распределение лития по профилю засоленной почвы довольно постоянно; заметного максимума в горизонтах скопления солей не наблюдается.

5. Солевые скопления, корочки и выцветы солей, как правило, содержат лития меньше, чем засоленные почвы.

6. Илы и грязи озер и грязевых вулканов Кавказа содержат литий в тех же количествах, что и почвы.

7. Содержание лития в водах в большинстве случаев определяется порядком 10^{-5}% и не зависит от общей концентрации солей в почвах.

8. Содержание лития в растениях, характерных для засоленных почв, невелико — в пределах $1 \div 4 \cdot 10^{-4}$% по отношению к сухому весу.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

Д. Н. ИВАНОВ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РУБИДИЯ В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ

Исследованию на содержание рубидия подверглись засоленные почвы Азербайджана, Средней Азии и Барабинской низменности. Анализ проб выполнялся спектральным методом (метод спектров сравнения). Содержание рубидия дается в процентах к почве, высушенной при 105°.

Полученные данные показывают, что несмотря на различие почвообразующих пород и характера засоления почв, содержание рубидия в засоленных почвах мало меняется. Среднее содержание рубидия в засоленных почвах составляет 0,011%, причем 90% всех анализов показывают концентрацию рубидия в пределах 0,005—0,015%. Отклонения в ту или иную сторону немногочисленны, максимальная концентрация не превышает 0,02%; минимальная не опускается ниже 0,001%. Среднее содержание рубидия в главнейших типах почв (сероземы, каштановые, черноземы, серые лесные, дерново-подзолистые) составляет 0,01%. Таким образом, нет оснований считать, что при засолении почв происходит накопление в них солей рубидия.

Распределение рубидия по почвенным профилям в большинстве анализированных почв довольно постоянно и не показывает хорошо выраженного накопления рубидия в верхних горизонтах, установленного в главнейших типах почв.

Содержание рубидия в засоленных почвах Азербайджана

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание рубидия, % к почве
Сульфатный солончак (Антипов-Каратаев)	0—2	$10 \cdot 10^{-3}$
	2—7	15·
	7—20	15·
	20—40	20·
	40—60	15·
	60—75	15·
	75—90	15·
	90—110	20·
Хлоридный солончак (Антипов-Каратаев)	0—2	$15 \cdot 10^{-3}$
	2—7	20·
	7—10	15·

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание рубидия, % к почве
Пухлый солончак глубинного питания на тяжелосуглинистом аллювии (Егоров)	0—3	$10 \cdot 10^{-3}$
	3—10	12·
	10—26	12·
	26—56	15·
	56—85	8·
	85—115	8·
	115—150	6·
	150—200	12·
	200—240	12·
	240—280	10·
	280—290	12·
Бугристый хлоркальцевый солончак глинистый на делювии (Лебедев)	0—2	$10 \cdot 10^{-3}$
	2—20	10·
	20—50	10·
	50—75	10·
	75—95	10·
	95—125	10·
Приморский солончак на обнажившихся морских отложениях (Егоров)	0—0,5	$5 \cdot 10^{-3}$
	0,5—13	7·
	13—24	10·
	24—50	7·
	50—65	7·
	65—85	5·
Корковый солонец-солончак на аллювии (Зольников)	4—14	$10 \cdot 10^{-3}$
	15—25	10·
	25—40	10·
	70—90	8·
	90—110	6·
	130—150	4·
	170—180	8·
Вторичный солончак на суглинистом аллювии (Егоров)	0—5	$15 \cdot 10^{-3}$
	5—20	13·
	20—40	13·
	40—66	13·
	66—82	13·
	82—100	13·
	100—152	10·
Солончаковые морские донные отложения (Егоров)	0—8	$15 \cdot 10^{-3}$
	8—36	13·
	36—48	13·
	48—80	15·
	80—103	10·
	103—183	13·
	185—210	10·
	210—230	13·
	230—240	10·
Бугристый солончак (Зольников)	0—10	$15 \cdot 10^{-3}$
	10—20	10·
	20—30	5·
	30—50	3·
	70—95	3·

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание рубидия, % к почве
	225—230	$5 \cdot 10^{-3}$
	260—280	10.
	325—370	15.
Рассоляющийся луговой солончак на дельтовых отложениях	0—2	$2 \cdot 10^{-3}$
	2—4	4.
	4—8	10.
	28—50	8.
	90—116	5.
	165—195	8.
	250—325	8.
	475—500	8.
	600—650	8.
	725—775	8.
Шоровый хлоридный солончак глубинного питания (Лебедев)	0—1	$1 \cdot 10^{-3}$
	1—25	10.
	25—50	10.
	50—75	10.
	75—125	10.
	125—150	10.

Содержание рубидия в засоленных почвах Средней Азии

Почва	Глубина взятия образца, см	Содержание рубидия, %
Рассоляющийся солончак (бывший пухлый) сульфатного типа засоления (Розанов)	0—6	$15 \cdot 10^{-3}$
	6—13	15.
	13—18	15.
	18—30	10.
	64—80	10.
	140—170	15.
	190—200	15.
	240—260	15.
	280—300	15.
Пухлый солончак вторичного засоления, сульфатного типа засоления (Розанов)	0—1	$10 \cdot 10^{-3}$
	1—12	10.
	12—16	8.
	21—45	10.
	45—60	10.
	60—75	10.
	104—116	8.
	135—150	8.
	150—160	8.
	210—240	8.
Солонец солончаковатый хлоридо-сульфатного типа засоления (Ковда)	0—0,5	$20 \cdot 10^{-3}$
	0,5—3	20.
	14—19	20.
	19—37	20.
	37—55	20.
	55—80	20.

Содержание рубидия в засоленных почвах Барабинской низменности

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание рубидия, % к почве
Луговая солончаковая почва хлоридно-сульфатного типа засоления (Шаврыгин)	0—5	$15 \cdot 10^{-3}$
	5—15	15.
	15—35	10.
	35—50	10.
	50—65	13.
	65—80	10.
	80—100	13.
	100—130	13.
	130—150	13.
	150—170	13.
Луговой солончак хлоридо-сульфатного типа засоления (Шаврыгин)	0—5	$12 \cdot 10^{-3}$
	5—15	12.
	15—30	12.
	30—45	12.
	45—60	12.
	60—85	12.
	85—100	8.
	100—130	8.
	130—170	8.
Солонец глубокостолбчатый сульфатно-карбонатного типа засоления	0—20	$10 \cdot 10^{-3}$
	20—30	10.
	30—40	10.
	40—55	10.
	55—85	5.
	85—110	6.
	110—160	6.
Корково-столбчатый сульфатно-содовый солонец-солончак (Шаврыгин)	0—5	$10 \cdot 10^{-3}$
	5—15	9.
	15—25	8.
	25—40	9.
	40—60	6.
	60—85	6.
	85—120	8.
	120—170	6.
Луговой солончак хлоридо-сульфатного типа засоления (Шаврыгин)	0—5	$20 \cdot 10^{-3}$
	5—15	20.
	15—30	15.
	30—45	15.
	45—63	15.
	65—90	15.
	90—140	15.

Почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание рубидия, % к почве
Соровый солончак (днище усыхающего озера) сульфатно-хлоридного типа засоления (Базилевич)	0—20	20·10⁻³
	20—40	20.
	40—55	15.
	55—78	10.
	78—80	10.
	80—90	10.
Луговой содовый солончак (Базилевич)	0—7	7·10⁻³
	7—15	15.
	15—25	10.
	25—40	8.
	40—90	8.
	90—150	8.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

С. И. ПЕЧЕР, С. Н. ЗОЛОТАРЕВ, Е. А. ТОНКАЛЬ, Р. П. ДОБРЯК и Л. А. ДАШЕВСКИЙ

ПРИЕМЫ ОСВОЕНИЯ И ОКУЛЬТУРИВАНИЯ СОЛОНЧАКОВ В УСЛОВИЯХ КИРГИЗСКОЙ ССР

В 1936 г. был заложен стационарный полевой опыт по освоению солончаков Чуйской долины Киргизской ССР. Опыты были поставлены в целях разработки приемов рассоления и окультуривания засоленных поливных почв и получения на них нормальных урожаев, не ниже средних для хозяйства всех культур свекловичного севооборота.

Опытный участок был отведен в свеклосовхозе имени Фрунзе (в 8-м поле первого севооборота). Почва участка — сильносолончаковый серозем, выбывший из хозяйственного пользования вследствие засоленности. По составу солей (табл. 1) почва участка, согласно классификации Вахшской опытной станции, относится к типу сульфатно-магниево-натриевого засоления с высоким содержанием гипса. Участок расположен на равнине в понижении. Дифференциация профиля почвы, структура и сложение внешне выражены слабо, по механическому составу почва суглинистая, тонкопылеватая. Средняя глубина залегания грунтовых вод 156 см с колебаниями 97—201 см.

Осенью 1935 г. на участке была посеяна озимая пшеница с предпосевным поливом в 1500 м³/га. В 1936 г. пшеница почти полностью погибла от угнетающих ее солей; она уцелела лишь пятнами. Зерно было плохого качества. Урожай не превысил 1—1,5 ц/га.

Таблица 1

Содержание солей по данным агрохимических исследований за 1936 г. перед промывкой

Глубина, см	Сухой остаток, %	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na
		в м-экв на 100 г почвы					
0—20	1,97	0,46	1,53	26,97	11,79	5,90	9,62
20—40	1,87	0,38	0,86	23,73	42,78	4,27	6,72
40—60	1,72	0,36	0,68	22,82	13,20	4,39	6,40
60—80	1,71	0,29	0,62	21,54	13,24	3,49	5,21
80—100	1,64	0,27	0,57	20,90	13,48	3,09	5,06
В среднем	1,78	0,35	0,85	23,19	12,90	4,23	6,57

Последующая промывка участка проводилась на фоне открытой дренажной сети при глубине дрен в 1,5—2,0 и при расстоянии между ними в 200 м. После планировки в 1936 г. (в три приема — с 6 по 27 октября) проведена промывка поля нормой воды около 4000—4500 м³/га.

Весной 1937 г. на этом участке был введен восьмипольный севооборот с чередованием культур: яровая пшеница с подсевом люцерны, люцерна первого года, люцерна второго года, люцерна третьего года, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, свекловичные высадки.

Площадь каждого поля 0,726 га; поля делились на 11 делянок. Площадь делянки 660 м² при длине 82,5 м и ширине 8 м. Поливы проводились с учетом поданной воды отдельно по каждой делянке.

Система агротехнических приемов по обработке почвы, уходу за культурами севооборота и поливам была принята применительно к потребностям растений. Она включала ранние оптимальные сроки посева, повышенные нормы высева семян и систематическое рыхление поверхности почвы.

Системой поливов предусматривалось обеспечение достаточного увлажнения почвы, которое требуется растениям в условиях засоления. Преследовалась также цель добиться снижения концентрации почвенного раствора, особенно в начальный период развития культур, затормозить сезонное засоление почвы в вегетационный период и ликвидировать его позднеосенними профилактическими поливами. Нормы поливов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Нормы полива

Культура	Число поливов	Поливная норма, м³/га	Оросительная норма, м³/га
Сахарная свекла	5—6	800	4000—4800
Свекловысадки	4—5	800	3300—4000
Яровые зерновые	2—3	800	1600—2400
Озимые зерновые	1—2	800	800—1600
Люцерна первого-второго года . . .	5—6	900	4500—5400
Люцерна третьего года	4—6	900	3600—4500

Применялись также позднеосенние предпахотные поливы и профилактические поливы люцерны прошлых лет нормами 1200—1500 м³/га. Для озимых культур осенью применялись влагозарядковые предпосевные поливы. В табл. 3 приведена схема опытов по изучению влияния удобрения на солончаках.

На контроле вносилось только рядковое удобрение под сахарную свеклу и гнездовое под высадки.

Результаты промывки. В табл. 4 приведены данные по содержанию солей в почве до и после промывки. Как выяснилось, из метрового слоя почвы при промывке было удалено около 45 т/га физиологически вредных солей (хлоридов и сульфатов натрия и магния). Более всего снизилось содержание солей в поверхностных слоях почвы. Например, в верхнем 20-сантиметровом слое почвы содержание хлор-иона снизилось на 60%, иона серной кислоты на 26%, магния на 45% и натрия

Таблица 3

Варианты удобрений, изучаемые на стационарном опытном поле

Варианты опыта	Вид удобрений	Поля севооборота и культур: 1	2	3	4	5	6	7	8	Сумма питательных веществ за ротацию севооборота: в навозе	в минеральных удобрениях	сумма
		яровая пшеница+люцерна	люцерна 1-го года	люцерна 2-го года	люцерна 3-го года	озимая пшеница	свекла	ячмень	свекловичные высадки			
Контроль	Навоз	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N	—	—	—	—	—	12	—	12	—	24	24
	P	—	—	—	—	—	30	—	30	—	60	60
	K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Азотные и фосфатные минеральные удобрения	Навоз	—	—	—	—	30	—	—	30	60	—	—
	N	—	—	—	—	—	112	—	102	300	214	514
	P	—	50	30	—	—	210	—	130	120	420	540
	K	—	—	—	—	—	—	—	—	360	—	360
Полное минеральное удобрение (основной вариант)	Навоз	—	—	—	—	30	—	—	30	60	—	—
	N	—	—	—	—	—	112	—	102	300	214	514
	P	—	50	30	—	—	210	—	130	120	420	510
	K	—	30	20	—	—	50	—	50	360	150	510
Удвоенные нормы навоза + полное минеральное удобрение	Навоз	—	—	—	—	60	—	—	60	120	—	—
	N	—	—	—	—	—	112	—	102	600	214	814
	P	—	70	40	—	—	310	—	210	240	630	870
	K	—	50	30	—	—	—	—	—	720	80	800
Повышенные дозы минеральных удобрений (1-й вариант)	Навоз	—	—	—	—	30	—	—	30	60	—	—
	N	—	—	—	—	—	252	—	252	300	504	804
	P	—	70	40	—	—	370	—	270	120	750	870
	K	—	50	30	—	—	180	—	180	360	440	800
Повышенные дозы минеральных удобрений (2-й вариант)	Навоз	—	—	—	—	30	—	—	30	60	—	—
	N	80	—	—	—	—	212	50	172	300	514	814
	P	120	60	70	—	40	250	—	210	120	750	870
	K	60	45	50	—	30	130	—	130	360	440	800
Заправка почвы навозом после промывки	30 т/га навоза внесено после промывки под вспашку 5.XI 1936 г. Остальные вносились так же, как и на 3-м варианте.											

на 52%. В метровом слое количество этих компонентов уменьшилось соответственно на 24, 15, 26 и 40%. Незначительные изменения при промывке в содержании сухого остатка обусловлены некоторым увеличением щелочности и повышением растворимости гипса.

В слое почвы 100—200 см содержание солей изменилось незначительно. В более глубоких горизонтах (220—240 см) отмечено повышение количества солей после промывки.

Таблица 4

Содержание солей в почве перед промывкой и после нее

(в м-экв на 100 г воздушно-сухой почвы)

Дата определения	Компоненты солей	Горизонты, см							
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	0—100	100—200	200—300
6.X 1936, перед промывкой	Сухой остаток, %	1,97	1,87	1,72	1,71	1,64	1,78	1,40	0,98
	HCO'_3	0,46	0,38	0,36	0,29	0,27	0,35	0,32	0,33
	Cl'	1,53	0,86	0,68	0,62	0,57	0,85	0,60	0,50
	SO_4''	26,97	23,73	22,82	21,54	20,90	23,19	17,60	10,86
	$Ca^{··}$	11,79	12,78	13,20	13,24	13,48	12,90	11,31	6,25
	$Mg^{··}$	5,90	4,27	4,39	3,49	3,09	4,23	2,92	2,30
	$Na^{·}$	9,62	6,72	6,40	5,21	5,06	5,57	4,42	3,19
1.XII 1936, после промывки	Сухой остаток, %	1,82	1,83	1,76	1,61	1,66	1,72	1,17	1,44
	HCO_3'	0,70	0,48	0,45	0,42	0,46	0,50	0,44	0,36
	Cl'	0,60	0,84	0,56	0,55	0,64	0,64	0,79	0,68
	SO_4''	19,96	21,99	19,55	18,76	18,62	19,65	17,21	19,11
	$Ca^{··}$	14,03	14,08	14,31	14,76	13,81	14,19	12,17	6,32
	$Mg^{··}$	3,27	3,49	3,20	2,74	3,04	3,15	2,64	2,60
	$Na^{·}$	4,62	4,34	4,56	3,49	3,67	4,04	4,47	4,43

Как видно из цифровых данных, промывкой при норме воды в 4000—4500 м³/га не удалось достичь полного опреснения метрового слоя почвы. Все же уровень рассоления оказался достаточным для начала освоения участка под культуры свекловичного севооборота.

Данные по минерализации грунтовых вод до промывки и после нее показывают, что к концу промывки в грунтовых водах увеличилось содержание именно тех компонентов солей, которые более других были вымыты из почвы (табл. 5).

Таблица 5

Изменение концентрации катионов и анионов в грунтовых водах в результате промывки

Компоненты солей	Перед промывкой 6.X 1936 г. в м-экв на 1 л воды	После промывочных поливов в % от количества, отмеченного 6.X 1936		
		18.X	25.X	31.X
Сухой остаток, г/л	9,9	102	120	124
HCO_3'	12,6	105	100	98
Cl'	14,3	113	128	142
SO_4''	112,0	108	103	126
$Ca^{··}$	25,4	104	99	98
$Mg^{··}$	35,8	106	—	150
$Na^{·}$	67,6	117	—	108

При наличии остаточного (после промывок) засоления в почвах большое значение приобретает введение в севооборот сельскохозяйственных культур, отличающихся повышенной солеустойчивостью. В свекловичном севообороте к таковым могут быть отнесены свекловичные высадки. Это было установлено многочисленными наблюдениями на Фрунзенском опытно-селекционном пункте ВНИС при сульфатном типе засоления почв и данными Л. И. Дашевского, полученными на Золотоординской опытно-мелиоративной станции СоюзНИХИ при хлоридно-сульфатном типе засоления почв.

Сахарная свекла и люцерна во взрослом состоянии выдерживают значительную степень засоления почвы, но они очень чувствительны к засолению в первый период развития, в частности сахарная свекла в возрасте от прорастания до появления 4—5 пар листьев, а люцерна от прорастания до ветвления (примерно до середины июня). Несколько менее солеустойчивы зерновые культуры.

Согласно литературным данным, солеустойчивость одних и тех же культур далеко не одинакова, она зависит от почвенно-климатических условий, состава солей в почве и других факторов внешней среды.

В условиях Ферганы при сульфатном засолении сахарная свекла сильно угнетается при содержании в почве 1,5% сухого остатка, 0,05% хлора и магния, 0,8% серной кислоты, 0,2% суммы калия и натрия, 0,22% кальция и т. д. (Розанов и Лазарев, 1945).

В Голодной степи при хлоридно-сульфатном засолении сахарная свекла полностью гибнет уже при величине сухого остатка, равной 2,0% в пахотном и 1,2% в подпахотном горизонте почвы, при 0,2—0,1% хлора, 1,0—0,8% серной кислоты, 0,050—0,070% магния, 0,175—0,250% кальция и 0,50—0,40% суммы калия и натрия.

В условиях Чуйской долины при сульфатном засолении почвы отмечается значительное угнетение сахарной свеклы и снижение урожая корней при содержании в почве в горизонте 0—60 см хлора около 0,05%, серной кислоты около 1,0%, магния 0,05%, натрия 0,16% и кальция 0,29%.

Можно полагать, что предельно допустимые нормы засоления для сахарной свеклы здесь (при сульфатном засолении) близки к нормам для условий Ферганы. Достигнутая промывкой степень опреснения почвы обеспечила уже в первые годы освоения солончака высокий урожай свекловичных семян и сена люцерны и удовлетворительные урожаи сахарной свеклы и озимой пшеницы. Пониженные урожаи в первые годы освоения были получены по яровой пшенице.

Освоение солончака культурами свекловичного севооборота и комплекс агротехники способствовали дальнейшему значительному рассолению почвы. Согласно данным табл. 6, уменьшение количества физиологически вредных солей натрия и магния за шесть лет освоения (1937—1942) достигло свыше 60% исходного их содержания перед промывкой и около 45% после промывки. Особенно резко снизилось содержание хлора (соответственно 74 и 66%). Только на второй год освоения отмечено увеличение засоления в метровом слое почвы по сравнению с предшествующим годом, что объясняется сильно засушливыми условиями 1938 г. В дальнейшем происходило последовательное рассоление почвы.

Параллельно с этим на участке отмечено также значительное опреснение грунтовых вод (табл. 7).

Рассоление почвы и грунтовых вод и нормальные урожаи культур свекловичного севооборота были достигнуты при одновременном применении на опытном участке тщательной, во многих случаях специфической для этих условий агротехники

Таблица 6

Изменение засоленности опытного участка

(в м-экв. на 100г воздушно-сухой почвы метрового слоя)

Компоненты солей	1937 г.	1938 г.	1939 г.	1940 г.	1941 г.	1942 г.
Сухой остаток, %	1,67	1,78	1,69	1,67	1,57	1,46
HCO_3'	0,70	0,94	1,23	0,42	0,50	0,39
Cl'	0,47	0,55	0,46	0,39	0,30	0,22
SO_4''	20,14	21,47	20,86	19,19	18,79	17,62
$Ca^{\cdot\cdot}$	14,51	14,38	14,30	13,19	13,07	13,02
$Mg^{\cdot\cdot}$	2,86	3,91	3,49	3,13	2,70	2,57
$Na^{\cdot}$	3,08	4,10	3,04	2,55	1,59	1,51

Таблица 7

Изменение концентрации компонентов солей в грунтовых водах по годам

Компоненты солей	В м-экв. на 1 л воды в 1936 г.	В % от данных за 1936 г.		
		1937 г.	1938 г.	1942 г.
Сухой остаток, %	9,9	114	96	59
HCO_3'	12,6	99	74	82
Cl'	14,3	97	118	22
SO_4''	112,0	116	100	56
$Ca^{\cdot\cdot}$	25,4	97	94	90
$Mg^{\cdot\cdot}$	35,8	141	75	62
$Na^{\cdot}$	67,6	—	184	26

В целях получения дружных всходов люцерны почва разделывалась очень тщательно, а посев проводился в ранне-оптимальные сроки. В дальнейшем, до появления всходов и достаточного развития покровной культуры, поверхность почвы поддерживалась в рыхлом состоянии при помощи ротационной мотыги и легкой бороны «гвоздевки».

В случае изреженных всходов применялся подсев люцерны после уборки покровного растения, перед очередным поливом, или весной следующего года.

Для скорейшего отрастания после укоса люцерну обычно поливали за 4—5 дней до укоса, а затем быстро убирали сено и освобождали от него поле. После каждого укоса поле бороновалось рычажной тяжелой бороной или ротационной мотыгой в зависимости от уплотнения поверхности. В октябре — ноябре на полях с травами давался подзимний полив.

Яровые зерновые культуры тщательно бороновались вслед за посевом и в дальнейшем — при уплотнении поверхности поля. Боронование проводилось легкими боронами (райборонками) до всходов и ротационной

мотыгой при их появлении вплоть до начала выхода в трубку. Обычно до начала поливов на посевах этих культур проводилось по два, иногда по три рыхления.

Посевы озимой пшеницы до ухода в зиму также рыхлились по два, а иногда и три раза. Ранней весной первое мелкое рыхление поверхности поля проводилось ротационной мотыгой, а затем, при наступлении возможности хорошего рыхления более глубоких слоев почвы, обыкновенными боронами в два следа. В дальнейшем, при уплотнении поверхности почвы, рыхление проводилось ротационными мотыгами.

Рыхление посевов сахарной свеклы, кроме ручных во время шаровки и проверки, проводилось рыхлителем Држевецкого или мотыгой «Украинкой» на глубину 5—8 см в зависимости от уплотнения почвы. Таких рыхлений до момента смыкания междурядий обычно проводилось два-три. После поливов рыхление давалось по возможности глубокое (до 10 см).

Поле со свекловичными высадками после возможно ранней посадки корней обязательно бороновалось легкими боронами в один след. С появлением всходов рыхления проводились вручную, а затем рыхлителем Држевецкого или мотыгой «Украинкой» в междурядиях крест-накрест. Обычно достаточно двух-трех таких рыхлений указанными орудиями в междурядиях до затенения их развивающейся прикорневой розеткой листьев.

Имея в виду гибель части растений вследствие засоленности почвы и уничтожение их при рыхлениях, семена высевали в несколько большем, чем обычно, количестве: люцерна 25 кг/га, ячмень и яровая пшеница 190—200 кг/га, озимая пшеница 180—200 кг/га, сахарная свекла 40—45 кг/га.

В целях предотвращения подъема солей, который наблюдается при проведении ранней зяблевой пахоты, вслед за уборкой зерновых культур и высадков проводилось лущение. Взлущенное поле до поздней осени поддерживалось в рыхлом состоянии, а зяблевая пахота проводилась в возможно поздние сроки (конец октября — начало ноября) с обязательным применением предпахотного полива.

Динамика почвенного плодородия по основным элементам питания за время опыта характеризуется данными табл. 8.

Содержание подвижной фосфорной кислоты (в уксуснокислой вытяжке из почвы) определялось по методу Круменса-Дашевского; калий в водной вытяжке — по Пейве и азот — по Ваксману после 10-дневного компостирования почвы. Пробы для анализа отбирались ежегодно, на всех культурах одновременно, в период уборки зерновых культур.

Из данных агрохимической лаборатории Фрунзенского опытного пункта известно, что свекловичные высадки при урожае семян в 40 ц/га выносят фосфорной кислоты около 60 кг/га, азота около 180 кг/га и калия около 330 кг/га; сахарная свекла при урожае корней в 600 ц/га выносит соответственно около 70, 270 и 450 кг/га.

Из сравнения этих цифр с данными о содержании питательных веществ в почве опытного участка следует, что фосфорная кислота для всех культур севооборота имелась в избытке, особенно на полях III, IV и V, а содержание калия превышало вынос в три-четыре раза. Количество азота в почве под сахарной свеклой оказалось в два-три раза меньше, чем вынос его урожаем. Однако ни свекла и ни одна из других культур севооборота не проявляли симптомов голодания в отношении азота.

Растения вполне были обеспечены азотом за счет удобрений, обогащения почвы азотом культурой люцерны, а также за счет продуктов жизнедеятельности микрофлоры. Отсутствие заметного нарастания

Таблица 8

Содержание фосфорной кислоты, азота и калия в поверхностном (10 см) горизонте почвы (в кг/га)

Поля стационара	1937 г.	1938 г.	1939 г.	1940 г.	1941 г.	1942 г.	1943 г.	Среднее
Содержание P_2O_5								
I	Яровая пшеница +люцерна	Люцерна 1-го года	Люцерна 2-го года	Люцерна 3-го года	Озимь	Свекла	Ячмень	
	186	166	175	258	238	245	198	209
II	Люцерна	Люцерна 2-го года	Озимь	Свекла	Ячмень	Высадки	Ячмень	
	304	209	250	334	394	374	427	327
IV	Люцерна	Озимь	Свекла	Ячмень	Высадки	Яровая пшеница + люцерна	Люцерна 1-го года	
	214	237	328	340	484	314	512	347
V	Яровая пшеница	Свекла	Яровая пшеница	Высадки	Яровая пшеница +люцерна	Люцерна 1-го года	Люцерна 2-го года	
	259	300	300	432	532	399	460	383
Среднее	241	228	263	341	412	333	399	
Содержание N								
I	—	—	87	102	—	133	85	102
III	—	—	150	194	—	177	110	158
IV	—	—	169	145	—	139	130	146
V	—	—	129	163	—	55	84	108
Среднее	—	—	134	151	—	126	102	—
Содержание K_2O								
I	975	1155	2380	1410	880	755	888	1200
III	1030	1365	2600	2510	1340	1060	942	1550
IV	850	1155	3140	2440	1340	955	890	1539
V	1145	1260	2920	3060	1490	1050	923	1693
Среднее	1000	1234	2760	2354	1263	954	911	—

подвижного азота в горизонте 0—40 см, можно полагать, связано с передвижением его из верхних в более глубокие горизонты почвы под влиянием исходящего тока поливных вод. Поэтому, повидимому, будет рациональ-но часть азота вносить весной под культиватор и во время подкормки.

Нельзя не отметить также, что за первую ротацию наблюдалось зна-чительное повышение почвенного плодородия по фосфорной кислоте (табл. 9).

Таблица 9

Содержание азота, фосфорной кислоты и калия в горизонте 0—40 см под культурами севооборота

(в мг на 100 г воздушно-сухой почвы)

Культуры	Предшественники	N			P_2O_5			K_2O		
		контроль	однократные дозы навоза	удвоенные	контроль	однократные дозы навоза	удвоенные	контроль	однократные дозы навоза	удвоенные
Яр. пшеница	Свеклокультуры до люцерны . . .	2,09	2,60	2,91	8,63	9,00	13,13	18,93	22,07	26,58
Люцерна	До свеклокультур . .	1,93	1,66	2,44	3,00	3,50	3,66	—	—	—
Люцерна	После свеклокультур . .	2,18	2,05	1,89	4,60	7,41	13,49	31,63	33,57	29,84
Оз. пшеница	Люцерна до свеклокультур	2,10	2,82	3,75	4,88	4,50	5,25	29,29	21,36	34,54
Свекла	Озимая пшеница по пласту люцерны	2,19	3,58	3,95	3,75	3,75	4,50	34,85	39,03	45,87
Ячмень	Свекла	1,65	2,59	3,05	4,32	5,44	6,66	32,18	35,44	40,35
Высадки свеклы	Яровые зерновые	2,63	3,29	5,06	5,07	7,50	9,75	28,38	33,80	36,35
Высадки свеклы	Яровые зерновые после люцерны . .	3,37	3,38	3,98	5,35	9,41	10,60	—	—	—
	Среднее . . .	2,25	2,78	3,46	4,95	6,31	8,38	—	—	—

Наиболее обеспеченными фосфорной кислотой и азотом оказались хорошо удобренные культуры — озимь, свекла, высадки, а также следовавшие за ними яровая пшеница и ячмень.

Следует также подчеркнуть, что люцерна, размещаемая после хорошо удобренных культур, лучше развивалась, повышала урожай сена и оставляла в почве больше элементов питания. Объясняется это тем, что при этих условиях в почве оставалось намного больше корневых остатков, а также заметно улучшались агрофизические и микробиологические свойства почвы.

Таким образом, можно сказать, что применение удобрений сопровождалось значительным повышением почвенного плодородия, обусловившим существенные приросты урожая всех культур свекловичного севооборота.

Содержание валового гумуса в слое 0—40 см за время опыта почти не изменилось (табл. 10). Но в горизонте 0—20 см содержание его обнаруживает тенденцию к снижению, а в нижележащем слое почвы (20—40 см), наоборот, к увеличению. Связано это с тем, что в обработку был вовлечен более глубокий горизонт почвы.

Таблица 10

Содержание валового гумуса

(в % к воздушно-сухой почве)

Поле	Горизонты	Содержание гумуса по годам				
		1937	1938	1939	1940	1941
I	0—20	3,47	2,98	3,20	2,94	3,31
	20—40	1,42	1,37	1,53	2,10	2,04
	0—40	2,45	2,18	2,37	2,52	2,67
III	0—20	3,83	3,37	3,36	3,38	3,27
	20—40	1,87	2,31	2,28	2,48	2,12
	0—40	2,85	2,84	2,82	2,93	2,70
IV	0—20	3,94	3,67	3,78	3,58	3,58
	20—40	2,59	2,79	2,20	2,94	2,53
	0—40	3,27	3,23	2,99	3,22	3,06
V	0—20	3,23	3,82	3,51	2,73	3,00
	20—40	1,92	1,66	2,50	2,32	2,61
	0—40	2,58	2,74	3,01	2,58	2,81
В среднем по опыту	0—20	3,62	3,46	3,46	3,14	3,29
	20—40	1,93	2,03	2,13	2,46	2,33
	0—40	2,78	2,75	2,80	2,80	2,81

Различные, а также и одни и те же культуры, но при неодинаковом урожае оставляют в почве неодинаковые по количеству и качеству растительные остатки, что отражается на последующем накоплении гумуса (табл. 11).

По средним данным, за ротацию севооборота содержание гумуса при основной системе удобрений повышается по сравнению с контролем. Это объясняется тем, что при повышении урожаев при основной системе удобрений получается больше растительных остатков, за счет которых и могло идти накопление гумуса в почве. Только под сахарной свеклой не наблюдалось увеличения валового содержания гумуса, так как здесь, благодаря интенсивной обработке, процессы распада органического вещества происходили настолько энергично, что гумус не мог накапливаться.

При большем количестве растительных остатков люцерны под следующими за ней зерновыми культурами, особенно под озимой пшеницей, создаются наиболее благоприятные условия для накопления гумуса.

Таблица 11

Содержание валового гумуса в горизонте 0—40 см под культурами разных фонов удобрения

(в % к воздушно-сухой почве)

Культуры	Контроль (без удобрения)	Основная система удобрений	Разница (+ в пользу основной системы)
Люцерна (до свеклокультур)	2,26	2,35	+0,09
Оз. пшеница (после люцерны)	2,62	2,94	+0,34
Свекла (после озимой пшеницы и люцерны)	2,89	2,92	+0,03
Ячмень (после зерновых и люцерны)	2,79	3,23	+0,44
Высадки (после зерновых и люцерны)	2,57	2,84	+0,27
Яр. пшеница после высадков	2,60	2,86	+0,26
Среднее	2,62	2,86	+0,24

Валовое количество гумуса возросло на контроле на 14% и на варианте с основной системой удобрений на 25%. И только под четвертой культурой после люцерны (под высадками) наблюдалось снижение гумуса в почве. Следовательно, преобладающая в этом отношении роль люцерны и озимой пшеницы может быть нивелирована влиянием факторов, способствующих усиленному разложению органического вещества при последующих культурах свекловичного севооборота. Интенсивная обработка почвы, улучшение условий аэрации и поддержание ее во влажном состоянии, что наиболее рельефно выражено по свеклокультурам, вызывают уменьшение общего гумуса, особенно на сероземах. Повидимому, этим и объясняется отсутствие нарастания общего гумуса за ротацию. Для местных условий следует считать положительным явлением отсутствие уменьшения его количества за ротацию. Емкость поглощения увеличивалась с нарастанием валового гумуса. В условиях опыта емкость поглощения возросла до 23% по сравнению с исходными данными.

Под воздействием всего комплекса агробиологических факторов заметно изменились к лучшему и агрофизические свойства почвы (табл. 12, 13 и 14). Прочность структуры возросла; вместо 13,6% водоустойчивых агрегатов (1937) в гор. 0—30 их стало 38—37% (1943—1944).

Вследствие улучшения агрегатного состава объемный вес почвы в гор. 0—30 см понизился с 1,27 до 1,20; общая порозность поднялась с 52,9 до 55,8%, а капиллярная порозность в процентах от общей порозности снизилась с 86,9 до 78,3. С повышением оструктуренности почвы улучшилась также ее водопроницаемость.

По данным агрофизических и агрохимических наблюдений, решающая роль в переделке сильносолончаковой почвы принадлежит звену севооборота с трехлетним использованием люцерны с последующей озимой пшеницей (табл. 15, 16 и 17).

Исходный коэффициент структурности с 0,12 под сахарной свеклой увеличился до 0,32 под свеклой, размещенной после зерновых культур,

Таблица 12

Агрегатный состав почвы в горизонте 0—30 см

Годы	Размеры агрегатов, мм				Коэффициент структурности
	7—3	3—1	1—0,25	сумма агрегатов 7—0,25 мм	
1936	1,19	3,20	9,24	13,63	0,14
1937	2,96	4,31	8,10	15,27	0,15
1938	6,21	9,62	10,64	26,26	0,26
1939	4,44	10,17	23,58	38,19	0,38
1940	3,44	11,03	25,02	39,49	0,40
1941	3,64	11,62	27,55	42,81	0,43
1943	3,79	10,66	23,71	38,16	0,38
1944	2,33	9,41	25,53	37,27	0,37

Таблица 13

Сложение почвы по горизонту 0—30 см

Годы	Объемный вес	Общая скважность в % от объема	Капиллярная скважность в % к общей скважности
1936	1,27	52,9	86,9
1939	1,23	55,2	83,7
1940	1,23	54,5	83,9
1941	1,23	54,5	83,7
1942	1,21	55,4	80,2
1943	1,20	55,85	79,1
1944	1,20	55,81	78,3

Таблица 14

Водопроницаемость почвы

Годы	Почвы	За один час проникает в почву, м³/га
1939	Средние данные по соседнему бросовому участку солончаков	66,3
1939 1945	Средние данные по стационару » » » »	242,5 260,0

Таблица 15

Влияние культуры и предшественника на агрегатный состав почвы по горизонту 0—30 см

Культура	Предшественник	Количество агрегатов в % на абсолютно-сухую почву				Коэффициент структурности
		7—3 мм	3—1 мм	1—0,25 мм	сумма агрегатов 7—0,25 мм	
Свекла	1 год культуры (1937)	2,88	3,13	6,13	12,14	0,12
	Зерновые культуры . .	3,98	8,37	20,90	32,25	0,32
	Зерновые культуры после многолетней люцерны	3,69	10,42	26,18	40,29	0,40
Зерновые	1 год культуры (1937)	2,74	3,97	6,87	13,58	0,14
	Свеклокультуры . . .	2,95	9,05	23,77	35,77	0,36
	Люцерна	5,94	14,21	25,04	45,19	0,45
Люцерна	1 год культуры (1937)	4,01	5,39	9,53	18,93	0,19
	Люцерна 1 года, чистый посев	4,15	10,36	16,61	31,12	0,31
	Люцерна 2 года . . .	4,46	9,56	22,73	36,75	0,37
	Люцерна 3 года . . .	2,94	8,92	23,70	35,56	0,36

Таблица 16

Водопроницаемость почвы в зависимости от культуры

Культура	За 10 мин. в первые полчаса проникновения в почву воды, мм	За 10 мин. в последние полчаса проникновения в почву воды, мм	За 1 час проникновения воды, м³/га
Свекловичные	3,96	1,48	163,2
Люцерна 2-го года пользования	4,93	2,23	216,5
Люцерна 3-го года	3,13	1,27	182,0
Оз. пшеница после 3-летней люцерны	4,81	2,84	229,5

а под свеклой, размещенной после зерновых культур, которым предшествовала трехлетняя люцерна, до 0,40.

Коэффициент структурности под зерновыми с 0,14 повышался до 0,36 в том случае, если им предшествовала свекла, и до 0,45 под зерновыми, размещенными после трехлетней люцерны.

Перед люцерной коэффициент структурности почвы был равен 0,19, под люцерной первого года пользования 0,31, второго года 0,37 и третьего года 0,36. В результате распашки и начавшегося более интенсивного

Фактическое чер

ловяние культур

Таблица 17

Годы	Поля 1	2	3	4	5	6	7	8
1936	Оз. пшеница	Оз. пшеница	Оз. пшеница	Оз. пшеница	Оз. пшеница	Оз. пшеница	Оз. пшеница	Оз. пшеница
1937	Яр. пшеница + люцерна	Люцерна, чистый посев	Люцерна, чистый посев	Посев люцерны без покровной	Яровая пшеница на фоне озимых	Свекла	Яр. пшеница	Свекла
1938	Люцерна первого года	Люцерна второго года	Люцерна второго года	Озимь	Свекла	Яр. пшеница	Высадки	Яровая пшеница + + люцерна
1939	Люцерна второго года	Люцерна третьего года	Озимь	Свекла	Яр. пшеница	Высадки	Овес + люцерна	Люцерна первого года
1940	Люцерна третьего года	Озимь	Свекла	Ячмень	Высадки	Яр. пшеница + + люцерна	Люцерна первого года	Люцерна второго года
1941	Озимь	Свекла	Ячмень	Высадки	Яр. пшеница + + люцерна	Люцерна первого года	Люцерна второго года	Люцерна третьего года
1942	Свекла	Ячмень	Высадки	Яр. пшеница + люцерна	Люцерна первого года	Люцерна второго года	Люцерна третьего года	Озимь
1943	Ячмень	Высадки	Ячмень + люцерна	Люцерна первого года	Люцерна второго года	Люцерна третьего года	Оз. пшеница	Свекла
1944	Высадки	Ячмень + люцерна	Люцерна первого года	Люцерна второго года	Люцерна третьего года	Оз. ячмень	Свекла	Ячмень

Таблица 17а

Урожаи основных культур по периодам в связи

со следованием их в звеньях севооборота

(в среднем урожае из

удобренных фонов)

	Сахарная свекла				Свекла		семена		Оз. пшеница		Оз. ячмень	Ячмень		Яр. пшеница	
	1937—1938	1939—1940	1941—1942	1943—1944	1938	1939—1940	1941—1942	1943—1944	1938—1939	1940—1941	1944	1940—1941	1943—1944	1937—1938	1940—1941
В ц/га	442	458	595	562	37,0	43,9	43,4	51,6	21,3	27,3	25,4	24,1	27,8	9,7	18,7
		+16	+153	+120	—	+6,9	+6,4	+14,6	—	+6,0	—	—	+3,7	—	+9,0
В %		3,7	34,6	27,2	—	18,7	17,3	39,2	—	28,0	—	—	15,3	—	93,0

разложения люцернового пласта коэффициент структурности под зерновыми повысился, как указывалось выше, до 0,45. Применение разных систем удобрений не сказалось на повышении структурности почвы.

С повышением коэффициента структурности уменьшился объемный вес почвы. Перед промывкой он равнялся 1,27, а после зерновых культур, которым предшествовала люцерна трехлетнего пользования, 1,20. Под сахарной свеклой, размещаемой после зерновых культур и трехлетней люцерны, объемный вес почвы снизился до 1,17.

Водопроницаемость почвы за час достигла под свеклокультурами 163,2 м³/га воды, под двухлетней травой 216,5 м³/га, по озимой пшенице, размещаемой по пласту трехлетней люцерны, 229,5 м³/га (табл. 16).

Анализируя данные урожаев культур по годам и периодам при чередовании их в севообороте, можно установить связь между повышением урожаев основных культур и размещением их после звена севооборота с люцерной.

При размещении сахарной свеклы в первый (1937) год освоения участка непосредственно по промытому полю (VI поле) и во второй (1938) год по яровой пшенице получен средний урожай корней 442 ц/га (табл. 17 и 17а).

При исследовании свеклы (1939) по озими, которой предшествовала люцерна чистого посева, при однолетнем или двухлетнем (1940) использовании на сено получен средний урожай корней (за 1939—1940) 458 ц/га. В среднем же за 1941—1942 гг., когда свекла размещалась по озими, которой предшествовала люцерна трехлетнего пользования, урожай корней составлял уже 595 ц/га и превышал исходный на 153 ц/га (34,6%). В последующее двухлетие (1943—1944), когда свекла размещалась по аналогичному предшественнику, получен урожай корней в 562 ц/га, или на 120 ц/га больше (27,2%), чем в первые годы освоения участка.

Высадки, выделявшиеся среди других культур повышенной солеустойчивостью и дававшие уже в первые годы высокие урожаи семян (37 ц/га), и в последующем обнаружили закономерное нарастание продуктивности при размещении их в отдельных звеньях севооборота. Когда они размещались по своим типичным предшественникам (1939—1940), по двух травы (после яровых и свеклы), урожай семян возрастал до 43,9 ц/га (+ 6,9 ц/га). За последние же два года (1943—1944), когда высадкам предшествовали звенья с трехлетним использованием люцерны, урожай семян поднялся до 51,6 ц/га, увеличившись по сравнению с урожаем 1938 г. на 14,6 ц/га (+39,2%) и на 7,7 ц/га (+ 17%) по сравнению со средним урожаем за 1939—1940 гг.

Озимая пшеница в 1938 г. размещалась по однолетней, а в 1939 г. по двухлетней люцерне чистого посева. Средний урожай зерна в этих условиях 21,3 ц/га. При размещении озимой пшеницы по люцерне трехлетнего пользования (1940, 1941) средний урожай зерна достиг 27,3 ц/га, или на 6 ц/га (+ 28%) больше, чем в два первых года (в 1942 и 1943 гг. пшеница погибла от вредителя клопа-черепашки).

Яровая пшеница, в сильной степени угнетаемая солями почвы, в первые годы давала очень низкие и неустойчивые урожаи зерна (9,7 ц/га). Благодаря дальнейшему снижению засоления почвы, она значительно повысила свою продуктивность: урожай зерна поднялся до 18,7 ц/га, в среднем превысив за 1940 и 1941 гг. на 9 ц/га (93%) урожай 1937 и 1938 гг.

Ячмень в 1940 г. размещался после звена севооборота с однолетним, а в 1941 г. с двухлетним использованием люцерны чистого посева. Средний

урожай зерна ячменя в эти два года составлял 24,1 ц/га, а в 1943—1944 гг., когда ему предшествовало звено севооборота с трехлетним использованием люцерны,— 27,8 ц/га, или на 3,7 ц/га (15,3%) больше, чем в два первых года.

Люцерна давала достаточно высокие урожаи сена уже в первые годы. Урожай сена люцерны первого года пользования по удобренному фону в 1938 г. за четыре укоса составил 145 ц/га, а в 1944 г. 135 ц/га. Во втором году пользования в начале опыта собран урожай сена за четыре укоса 138 ц/га, а в конце опыта 126 ц/га (1944). Урожай сена люцерны третьего года пользования за три укоса достиг в 1940 г. 95 ц/га, а в 1944 г. 90 ц/га. Повидимому, примененный на люцерне уровень агротехники был недостаточен для повышения ее урожайности.

По приведенным данным можно заключить, что в результате снижения засоленности почвы и повышения ее окультуренности в звеньях севооборота с трехлетним использованием люцерны достигнуты были на удобренных фонах следующие средние урожаи: корней сахарной свеклы 578 ц/га (1941—1944); свекловичных семян 51,6 ц/га (1943—1944); озимой пшеницы 27,3 ц/га (1940—1941), ячменя 27,8 ц/га (1943—1944). Урожай яровой пшеницы достиг 18,7 ц/га, урожай сена люцерны первого года пользования 145—135 ц/га, второго года 138—126 ц/га и третьего года 95—90 ц/га.

Таблица 18

Эффективность вариантов удобрений под основные культуры

(удобрения в кг/га, урожай в ц/га)

Варианты	Годы							Прибавки урожая	
	1939	1940	1941	1942	1943	1944	среднее	ц/га	%
Сахарная свекла									
Контроль (без удобрения)									
Урожай корней . . .	333	360	494	508	466	399	427	0	0
Сахар, %	15,1	18,8	18,4	—	16,9	18,6	17,6	0	0
N 112, P 210, K 50									
Урожай корней . . .	457	467	578	657	546	453	526	+99	23,2
Сахар, %	16,4	16,0	17,6	—	15,4	17,8	16,6	—1,0	—5,7
N 112, P 210, K 50									
Урожай корней . . .	—515	473	601	649	584	521	557	+130	30,4
Сахар, %	16,6	18,0	18,4	—	15,9	18,6	17,5	—0,1	—0,6
Свекла на семена									
Контроль (без удобрения)									
Урожай семян . . .	37,2	41,6	41,6	26,5	50,4	24,4	40,3	0	0
N 102, P 130									
Урожай семян . . .	48,8	41,3	48,9	49,8	58,0	43,8	46,4	+6,1	15,1
N 102, P 130, K 50									
Урожай семян . . .	38,2	42,7	42,0	540,8	55,1	47,9	44,4	+4,1	10,2

Из всех изученных вариантов удобрений наивысший урожай корней сахарной свеклы (557 ц/га в среднем) получен на варианте, где применялась основная система удобрений с калием (табл. 18). В этом случае прибавка урожая по сравнению с неудобренным фоном составляла 130 ц/га, а при отсутствии калия в удобрениях 99 ц/га. Сахаристость свеклы при внесении удобрений без калия достигла 16,6%, а по варианту удобрений с калием 17,5%. Такии образом, система удобрений с применением под сахарную свеклу в минеральных удобрениях 50 кг/га калия повышает урожай корней (31 ц/га) и увеличивает их сахаристость (0,9%).

Наибольший урожай свекловичных семян (46,4 ц/га) получен по варианту удобрений без калия. Прибавка урожая на этом варианте составляет 6,1 ц/га и на 2 ц/га выше, чем в варианте с полным минеральным удобрением, включающим 50 кг/га калия. Отсутствие эффекта от внесения калия на урожае свекловичных семян требует дальнейшего изучения. Необходимо при этом иметь в виду, что под высадки вносилось 30 т/га навоза, содержащего значительные количества подвижного калия.

Люцерна в первый год освоения участка (1937) была посеяна в I и II полях непосредственно после промывки, чистым посевом; с 1938 г. она подсевалась под яровые зерновые, предшественником которых были хорошо удабриваемые свекловичные высадки. На фоне неудобренных предшественников эффективность удобрений выражалась такими показателями: на неудобренном контроле суммарный урожай за три года пользования (1937—1940) составлял 239 ц/га, а при внесении в первом и во втором годах пользования суммарно 80 кг/га фосфорной кислоты —287 ц/га, или на 48 ц/га (20%) больше (табл. 19).

Таблица 19

Эффективность удобрений по урожаю сена люцерны в сумме за три года пользования

Варианты удобрений и нормы (в кг/га)	Без удобренных предшественников			После удобренных навозом и минеральными удобрениями предшественников					
	в среднем из I и II полей за 1937—1940 гг.			в среднем из VII и VIII полей за 1939—1942 гг.			в среднем из VII, VIII, V и VI полей за 1939—1944 гг.		
	урожай, ц/га	разница от контроля		урожай, ц/га	разница от контроля		урожай, ц/га	разница от контроля	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
Контроль (без удобрения)	239	—	—	257	—	—	254	—	—
Система удобрений без калия (1-й год P 50; 2-й P 30)	287	+ 48	+20	365	+108	+42	372	+118	+46
Основная система (1-й год P 50, K_2O 30; 2-й год P 30, K_2O 20) . .	300	+ 61	+25	346	+ 89	+35	347	+ 93	+37
Повышение дозы минеральных удобрений (1-й год P 70, K_2O 50; 2-й год P 40; K_2O 30)	311	+ 72	+30	368	+111	+43	375	+121	+48
Основная система удобрений+30 т/га навоза после промывки почвы в 1937 г. . . .	401	+162	+68	379	+212	+47	—	—	—

Добавление к фосфорному удобрению 50 кг/га калийного мало повысило урожай сена (+13 ц/га); увеличение фосфатных удобрений с 80 до 110 кг/га и калийных с 50 до 80 кг/га также незначительно подняло урожай сена (+ 11 ц/га).

Заправка почвы после промывки 30 т/га навоза обусловила в первые годы наиболее высокий урожай — 401 ц/га, т. е. на 101 ц/га (33%) больше, чем по основной системе удобрений.

На фоне удобренных предшественников вариант с внесением под люцерну одних только фосфатных удобрений в количестве 80 кг/га (за два года) дал урожай сена в 365 ц/га, который почти не менялся с увеличением доз минеральных удобрений и очень мало повысился на варианте с заправкой навозом почвы после промывки.

В результате снижения засоления, окультуривания и улучшения агрофизических и физико-химических свойств бывшего бросового солончака к концу первой ротации севооборота под влиянием люцерны и следующей за ней озими значительно возросла эффективность системы удобрений, примененной в свекловичном севообороте (табл. 20).

Таблица 20

Влияние люцерны на эффективность удобрений, внесенных под свеклокультуры

Варианты удобрений	До люцерны		После люцерны трех лет пользования	
	за какие годы приведены данные	средний урожай, ц/га	за какие годы приведены данные	средний урожай, ц/га
Сахарная свекла				
Среднее всех вариантов с удобрениями	1937	457	1942—1944	553
Контроль (без удобрений)	1937	392	1942—1944	458
Разница, ц/га	1937	+65	1942—1944	+95
%	1937	17	1942—1944	21
Высадки сахарной свеклы				
Среднее всех вариантов с удобрениями	1938—1940	41,3	1943—1944	51,7
Контроль	1938—1940	38,8	1943—1944	42,4
Разница, ц/га	1938—1940	+2,5	1943—1944	+9,3
%	1938—1940	6,5	1943—1944	22,0

Прибавка урожая корней сахарной свеклы от удобрений в 1937 г. составляла 65 ц/га (17%) по сравнению с контролем, но, когда свекла размещалась после звена озими и трехлетней люцерны, прибавка урожая корней от удобрений поднялась до 95 ц/га, или до 21% по сравнению с контролем.

Еще эффективнее использование удобрений свекловичными высадками. Средняя прибавка урожая семян от удобрений в первые годы составляла 2,5 ц/га (6,5%), а в последующие, при размещении их четвертой культурой после трехлетней люцерны, она увеличилась до 9,3 ц/га, или до 22% по сравнению с контролем.

ВЫВОДЫ

1. В свеклосовхозе имени Фрунзе в восточной части Чуйской долины преобладает сульфатный тип засоления почвы.

2. Промывкой солончака на фоне открытой осушительной сети нормой воды около 4000—4500 м³/га можно удалить из почвы значительную часть легкорастворимых и физиологически вредных солей. Из метрового слоя было удалено хлора до 25%, натрия до 49% и магния до 26% исходного их содержания в почве и значительно больше из поверхностного 40-сантиметрового горизонта.

3. Степень опреснения почвы от промывки дала возможность получить уже в первые годы освоения солончака следующие урожаи культур свекловичного севооборота: люцерны (сена) 145 ц/га, свекловичных семян 37 ц/га, корней сахарной свеклы 442 ц/га, озимой пшеницы 21,3 ц/га и яровой пшеницы 9,7 ц/га.

4. Высокий уровень агротехники (введение люцернового севооборота, применение органо-минеральной системы удобрений, специфические приемы полива, обработки почвы и ухода за культурами) обеспечил дальнейшее значительное рассоление, улучшил агрофизические свойства почвы и повысил ее плодородие. Были получены высокие, нарастающие урожаи почти всех культур свекловичного севооборота. Урожай свекловичных семян поднялся до 51,6—58,0 ц/га, сахарной свеклы 562—595 ц/га, озимой пшеницы 27,3 ц/га, яровой пшеницы 18,7 ц/га, ячменя 27,8 ц/га.

5. Роль люцерны в окультуривании солончаковых почв не ограничивается одним снижением уровня их засоления. Под влиянием этой культуры и следующей за ней озимой пшеницы значительно возрастает валовое содержание гумуса, особенно по фону с удобрением, увеличивается емкость поглощения и количество водоустойчивых агрегатов. Значительно улучшаются и другие агрофизические свойства почвы.

6. В результате рассоления и окультуривания солончака и улучшения агрофизических и физико-химических его свойств заметно возросла к концу первой ротации севооборота и эффективность удобрений, особенно под свекловичными культурами. Прибавка урожая корней сахарной свеклы от удобрений в первый год посева достигла (в среднем из всех удобренных вариантов) 65 ц/га (17%), а при размещении свеклы после люцерны 95 ц/га (21%). Средняя прибавка урожая свекловичных семян от удобрений в первые годы составляла 2,5 ц/га (6,5%), а после люцерны 9,3 ц/га (22%).

7. К числу эффективных приемов освоения солончаковых почв необходимо отнести применение относительно повышенных доз органо-минеральных удобрений под культуры свекловичного севооборота. С целью улучшения питания растений, особенно в первое время их роста, необходимо применять удобрения под основную вспашку и во время ранних подкормок.

Создание оптимальных условий питания дает возможность растениям быстрее укрепиться в наиболее критические фазы их роста в условиях засоленных почв.

8. Высокая устойчивость к почвенному засолению ряда культур определялась не только биологическими особенностями растений, но и целым комплексом агротехнических приемов, направленных к улучшению общих условий произрастания, роста и развития растений на засоленных почвах. К ним относятся приемы, которые могут быть рекомендованы для применения в аналогичных условиях, а именно:

1) Лущовка поля и поддержание его во взрыхленном состоянии до поздней осени, а также глубокая и зяблевая пахота в возможно поздние сроки (в конце октября — начале ноября) с обязательным предпахотным поливом.

2) Внесение под культуры свекловичного севооборота значительных количеств навозно-минеральных удобрений.

3) Позднеосенние промывочные поливы, особенно на травяных полях.

4) Посев яровых культур в раннеоптимальные и сжатые сроки с тем, чтобы прорастающие семена и растения на первых фазах развития оказались в наиболее благоприятных условиях увлажнения и пониженной концентрации солей в поверхностных слоях почвы; посев озимых — в возможно позднеоптимальные сроки (в условиях Чуйской долины в конце сентября—начале октября) с обязательным предпахотным или предпосевным поливом.

5) Повышенные нормы высева семян люцерны до 25 кг/га, сахарной свеклы до 40—45 кг/га, озимой пшеницы и яровых зерновых до 1,8—2,0 ц/га в целях обеспечения достаточной полноты насаждения культур и создания возможно раннего затеняющего растительного покрова.

6) Поддержание почвы в рыхлом состоянии в течение всей вегетации, а также осенью и весной в допосевной и послепосевной периоды (до и после всходов) в целях уменьшения испарения воды с поверхности почвы и ослабления подтягивания солей из нижних слоев почвы к поверхностным.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградов Г. Гидротехнические мелиорации в Средней Азии. «Советский хлопок», № 2, 1936.
Возбуцкая А. К. Химия почвы. М., 1935.
Дашевский Л. И. Видоизменение метода Крумписа для определения легкоподвижной P_2O_5 в карбонатных почвах. ХСЗ, № 8, 1939.
Зайцев А. А. Условия и характер вторичного засоления староорошаемых земель северной части Вахшской долины. Засоление почв Вахшской долины и меры борьбы с ним. 1940.
Ковда В. А. Солончаки и солонцы. М.—Л., 1937.
Поляков Н. В. Борьба с засолением земель при орошении. «Советской хлопок», № 6, 1936.
Розанов А. Н. и Лазарев А. А. Почвенные условия поливных районов свеклосеяния Средней Азии. 1945.
Спенглер В. В. Борьба с засолением полей в хлопковой зоне. М., 1939.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

П. И. ШАВРЫГИН

СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ, СОСТОЯНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ УДАЛЕННОСТИ ОТ ДРЕН[1]

Изучение солевого режима почв, удаленных на различные расстояния от дрен, проводилось в условиях периферийных частей конусов выноса ферганских рек. Район исследования подразделялся на три части, характерные для всех конусов выноса: верхнюю, центральную и периферийную.

По характеру слагающих пород, водносолевого режима эти части конусов выноса сильно различаются между собою. Верхняя часть, где происходит формирование грунтовых вод, сложена галечнико-гравелистыми отложениями. Центральная часть, область транзита и выклинивания грунтовых вод, сложена породами более тонкими, чаще всего толщей переслаивающихся супесей, линз мелких галечников и суглинков. Периферийная часть, область погружения грунтового потока, сложена более тяжелыми породами — различного рода суглинками и глинами.

Почвенный покров верхней части конуса выноса представлен грубоскелетными сероземами. Вследствие большого уклона местности во многих местах этой части конуса почвенный покров полностью смыт и на поверхность выходят галечники. В центральной части — зоне транзита и выклинивания грунтовых вод — почвенный покров представлен незасоленными и слабозасоленными луговыми почвами, обычно супесчаного механического состава. Наиболее засоленные почвы приурочены к периферийной части конуса. Почвенный покров представлен здесь засоленными луговыми почвами, пухлыми солончаками. Естественный отток грунтовых вод довольно слабый, приходные статьи водного баланса в основном регулируются испарением и транспирацией, что и приводит к засолению почв и грунтовых вод. Орошаемые почвы менее засолены, накопление солей регулируется работой коллекторно-дренажной сети, очередными поливами, осенне-зимними промывками.

В периферийной части конуса проводилось изучение эффективности работы двух коллекторов: коллектора А глубиной в 2 м и коллектора Б глубиной 1,2 м. По правую сторону от первого коллектора были установлены колодцы для наблюдения за уровнем грунтовых вод; в июле и сентябре 1950 г. взяты образцы почв для изучения солевого режима. Образцы почв брались с площадок, расположенных на различных расстояниях от

[1] Настоящая работа выполнена Арало-Каспийской экспедицией СОПС и Почвенным институтом Академии Наук СССР.

коллектора. Площадка 4 расположена в 12 м от коллектора, 5 — в 60 м, 6 — в 110 м, 7 — в 170 м, 8 — в 260 м, 9 — в 310 м. Около площадок находились и колодцы. Размер площадок 4 м². На расстоянии 285 м от коллектора А изучаемое хлопковое поле пересекала мелкая дрена (60—70 см).

По левую сторону от коллектора Б также были установлены колодцы для наблюдения за уровнем грунтовых вод и также в июле и сентябре 1950 г. взяты образцы почв для изучения солевого режима.

Образцы почв брались с площадок, расположенных на разных расстояниях от коллектора. Площ. 10 расположена в 15 м от коллектора, 11 — в 30 м, 12 — в 60 м, 13 — в 100 м, 14 — в 190 м.

В центральной части конуса выноса дрены расположены по направлению с юга на север, т. е. по уклону местности, чаще всего одна от другой на расстоянии 110—120—160 м. Глубина дрен обычно не превышала 1,5 м. Солевой режим почв изучался на двух междудреньях, занятых посевами хлопчатника. На первом из них дрены расположены на расстоянии 160 м, на втором 120 м. На первом междудренье площ. 15 и 17 расположены в 20 м от дрен, площ. 16 — в середине междудренья. На втором междудренье площ. 18 и 20 расположены в 20 м от дрен, площ. 19 — в середине междудренья. Образцы почв брались буром, из этой же скважины набиралась и проба грунтовой воды.

Солевой режим почв изучался методом водных вытяжек и непосредственным изучением почвенных растворов. Почвенные растворы выделялись на гидравлическом прессе при помощи прибора Крюкова. Давление на прессе доводилось до 750 кг/см².

Перейдем к обсуждению полученного аналитического материала. В периферийной части коллектор А оказал влияние на значительное снижение уровня грунтовых вод на хлопковом поле (рис. 1). Наибольшее снижение наблюдалось на участках, ближе расположенных к коллектору. На расстоянии 50—70 м от коллектора грунтовые воды залегали на глубине 140—170 см, по мере удаления от коллектора они постепенно повышались и на растоянии 160—300 м обычно наблюдались на глубине 50—60 см. Находившаяся на расстоянии 285 м от коллектора дрена не способствовала снижению уровня грунтовых вод на хлопковом поле, так как была слишком мало углублена (60—70 см).

Близкое стояние грунтовых вод на участках, удаленных от коллектора на расстояние 160—300 м, отрицательно сказывалось на солевом режиме, вызывая усиленное соленакопление в верхних горизонтах почвы. Ниже приводимый аналитический материал отчетливо подтверждает это.

Соленакопление, вызванное близким стоянием достаточно минерализованных грунтовых вод, отразилось и на состоянии хлопчатника. Вблизи коллектора, где процессы соленакопления были выражены слабо, наблюдался хороший рост хлопчатника. Вдали от коллектора, где в почве в результате близкого залегания минерализованных грунтовых вод наблюдалось значительное накопление солей, хлопчатник или выпадал полностью, или был изрежен и имел небольшую высоту. Урожайность его при этом резко снижалась.

На площ. 4, расположенной в 12 м от коллектора, содержание солей по данным водных вытяжек в верхних горизонтах почвы в июле и сентябре колебалось в пределах 1,36—1,15% (табл. 1). На площ. 5 и 6, расположенных в 60 и 110 м от коллектора, почва засолена еще меньше. На площ. 5 содержание солей в верхних горизонтах почвы в июле и сентябре колебалось в пределах 1,26—0,61%, на площ. 6 — в пределах 1,25—0,31%.

Минерализация грунтовых вод на площ. 4 и 5 колебалась в течение вегетационного периода в пределах 5,85—4,58 г/л. Понижение минерали-

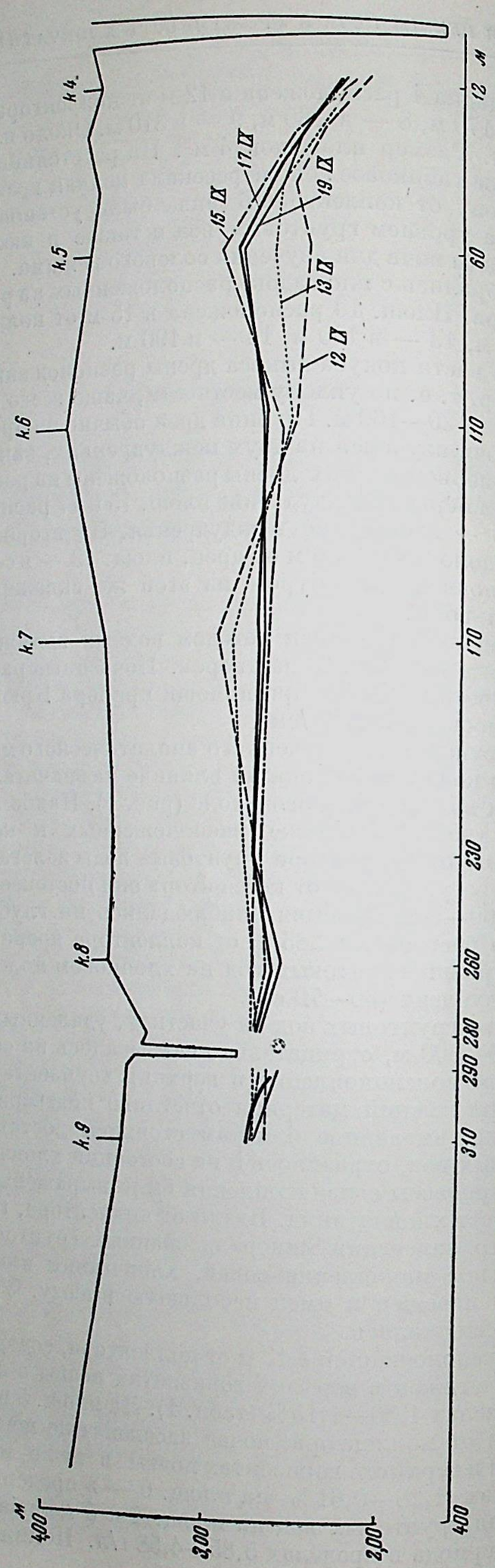


Рис. 1. Депрессионные кривые грунтовых вод на поле хлопчатника около коллектора А на период 12—19. IX 1950 г. (составлены по материалам С. А. Быковой).

Таблица 1

Содержание солей в почвах месторасположения коллектора А по данным водных вытяжек в различные сезоны года

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв		№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв	
			хлоридов	сульфатов				хлоридов	сульфатов
Среднезасоленная луговая почва									
4; 6.VII 1950	0—5	1,365	0,78	97,98	4; 5.IX 1950	0—5	1,122	0,68	94,92
	5—10	1,257	1,58	96,98		5—10	1,153	0,46	97,70
	10—20	1,356	0,52	98,16		10—20	1,251	0,58	97,68
	20—40	1,158	0,62	97,78		20—40	1,276	0,56	98,12
	40—60	1,283	0,40	98,26		40—60	1,154	0,62	97,56
	60—100	1,215	0,60	98,16		60—100	1,415	1,16	97,77
	100—150	1,381	0,80	97,90		100—150	1,381	1,04	97,74
	Грунтовая вода, г/л	5,493	3,80	85,40		Грунтовая вода, г/л	5,731	3,62	87,74
5; 6.VII 1950	0—5	1,196	1,86	96,30	5; 5.IX 1950	0—5	1,268	3,40	94,88
	5—10	1,184	1,64	96,10		5—10	0,834	2,60	94,48
	10—20	1,119	1,52	95,90		10—20	0,615	3,26	92,14
	20—40	0,526	2,42	92,86		20—40	0,823	2,06	94,86
	40—60	0,349	4,30	84,50		40—60	0,420	3,64	88,52
	60—100	0,325	3,16	85,16		60—100	0,398	3,82	87,94
	Грунтовая вода, г/л	5,857	1,04	93,00		Грунтовая вода, г/л	4,582	2,32	87,76
6; 7.VII 1950	0—5	1,258	2,76	95,18	6; 7.VII 1950	0—5	0,898	4,18	93,54
	5—10	0,656	2,38	93,34		5—10	0,315	4,34	87,82
	10—20	0,615	1,58	93,98		10—20	0,927	1,40	96,26
	20—40	0,134	7,98	69,70		20—40	0,284	3,66	86,12
	40—60	0,086	12,64	32,32		40—60	0,169	6,50	75,34
	60—100	0,089	13,72	28,42		60—100	0,081	15,58	25,34
	Грунтовая вода, г/л	0,796	3,50	72,04		Грунтовая вода, г/л	2,847	4,66	73,88
Сильнозасоленная луговая почва									
7; 7.VII 1950	0—5	1,856	18,30	81,30	7; 7.IX 1950	0—5	9,162	42,96	56,82
	5—10	1,698	14,88	82,56		5—10	2,104	21,16	78,14
	10—20	1,601	12,58	85,78		10—20	2,100	17,02	82,36
	20—40	1,663	13,14	86,00		20—40	1,791	14,62	84,90
	40—60	1,572	12,44	86,92		40—60	1,475	8,04	91,66
	60—90	1,379	8,22	91,18		60—100	1,337	6,46	93,06
	Грунтовая вода, г/л	10,077	5,38	92,08		Грунтовая вода, г/л	5,965	3,92	89,10
Луговой солончак									
8; 8.VII 1950	0—5	8,431	3,16	96,36	8; 9.IX 1950	0—5	10,223	4,20	95,36
	5—10	1,892	1,64	97,04		5—10	2,008	2,10	96,60
	10—20	2,141	1,44	97,30		10—20	2,296	2,00	96,84

Таблица 1 (окончание)

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв: хлоридов	%-содержание от суммы м-экв: сульфатов	№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв: хлоридов	%-содержание от суммы м-экв: сульфатов
8; 8.VII 1950	20—40	1,392	1,64	97,74	8; 9.IX 1950	20—40	1,424	2,08	96,48
	40—60	1,415	1,62	97,44		40—60	1,478	2,44	96,30
						60—100	1,371	1,28	97,58
	Грунтовая вода, г/л	25,471	2,80	94,18		Грунтовая вода, г/л	34,098	3,82	91,98
9; 8.VII 1950	0—5	4,130	3,86	95,78	9; 9.IX 1950	0—5	4,586	4,36	94,68
	5—10	1,261	0,26	98,50		5—10	1,179	1,28	96,70
	10—20	0,954	0,14	98,46		10—20	1,105	1,18	97,12
	20—40	1,132	0,28	98,56		20—40	1,293	0,74	97,70
	40—60	1,288	0,26	98,12		40—60	1,489	0,64	98,22
	60—80	1,995	0,28	98,02		60—100	1,268	0,60	97,78
	Грунтовая вода, г/л	3,971	1,36	88,40		Грунтовая вода, г/л	4,248	2,42	93,62

Химик-аналитик Л. М. Жулинская.

зации грунтовых вод на площ. 6 в течение вегетационного периода до 2,84—0,79 г/л и наиболее слабое засоление почвы на этой площадке мы склонны объяснить влиянием имеющегося здесь в 8—10 м от площадки оросителя.

Из-за фильтрации воды из оросителя в прилегающей к нему полосе хлопкового поля произошло уменьшение минерализации грунтовых вод, а так как засоление почв при капиллярно-грунтовом увлажнении связано со степенью минерализации грунтовых вод, то естественно, что уменьшение минерализации их в полосе, примыкающей к оросителю, и привело к меньшему засолению почвы.

Концентрация почвенного раствора на площ. 4, 5 и 6 в верхних горизонтах почвы в течение вегетационного периода не превышала 15—7 г/л, т. е. также была невысокой (табл. 2). Сезонного засоления, т. е. увеличения солей в почве к концу вегетационного периода, не наблюдалось. Засоление почвы было хлоридно-содово-сульфатное или сульфатное с преобладанием среди катионов кальция. Почвенные растворы по составу солей были сульфатные или хлоридно-сульфатные с преобладанием среди катионов магния. Небольшое содержание солей в почвах при сульфатном или хлоридно-сульфатном засолении и невысокая концентрация почвенного раствора в них способствовали хорошему росту хлопчатника.

На площ. 7, расположенной в 170 м от коллектора, засоление было сильнее, чем у ранее рассмотренных площадок. В июле (7.VII 1950 г.) содержание солей в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см луговой почвы, по данным водных вытяжек, равнялось 1,86—1,69—1,60%, а в нижележащих горизонтах колебалось в пределах 1,66—1,38%. Минерализация грунтовых вод — 10,07 г/л.

К 7.IX 1950 г. содержание солей в той же почве в верхних горизонтах возросло до 9,16 — 2,10 —2,10%, а в нижележащих горизонтах составляло 1,79—1,47%. Минерализация грунтовых вод — 5,96 г/л.

Таблица 2

Концентрация почвенных растворов и солевой состав их в почвах месторасположения коллектора А

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой осаток, г/л	%-содержание от суммы м-экв: хлоридов	%-содержание от суммы м-экв: сульфатов	№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы м-экв: хлоридов	%-содержание от суммы м-экв: сульфатов
Среднезасоленная луговая почва									
4; 6.VII 1950	0—5	14,720	7,12	90,44	4; 5.IX 1950	0—5	5,399	5,22	90,46
	5—10	8,231	3,90	91,16		5—10	5,141	4,60	91,38
	10—20	9,729	3,84	92,82		10—20	8,044	5,84	89,70
	20—40	6,372	3,64	92,44		20—40	8,295	4,04	92,52
	40—60	7,999	4,16	92,28		40—60	9,956	4,30	92,64
	60—100	6,065	4,64	90,88		60—100	11,197	6,42	88,72
	100—150	5,816	3,92	92,34		100—150	7,108	2,72	89,42
	Грунтовая вода, г/л	5,493	3,80	85,40		Грунтовая вода, г/л	5,731	3,62	87,74
5; 6.VII 1950	0—5	15,121	4,66	92,72	5; 5.IX 1950	0—5	7,938	15,74	80,76
	5—10	12,830	5,62	90,96		5—10	13,744	5,30	92,14
	10—20	16,509	4,28	93,10		10—20	14,998	4,40	92,70
	20—40	7,334	2,74	94,16		20—40	9,792	3,16	93,40
	40—60	12,698	1,12	96,78		40—60	7,914	3,56	92,20
	60—100	9,535	1,04	96,56		60—100	6,271	2,52	91,58
	Грунтовая вода, г/л	5,857	1,04	93,00		Грунтовая вода, г/л	4,582	2,32	87,76
6; 7.VII 1950	0—5	11,028	7,82	85,90	6; 7.IX 1950	0—5	8,441	17,68	78,34
	5—10	8,186	6,24	87,34		5—10	6,073	11,98	84,30
	10—20	6,579	3,38	90,42		10—20	10,865	3,22	65,86
	20—40	3,321	7,14	83,74		20—40	10,621	2,94	64,80
	40—60	1,301	8,10	76,66		40—60	3,859	3,98	90,02
	60—100	0,449	27,54	24,60		60—100	1,644	5,14	79,40
	Грунтовая вода, г/л	0,796	3,50	72,04		Грунтовая вода, г/л	2,847	4,66	73,88
Сильнозасоленная луговая почва									
7; 7.VII 1950	0—5	33,560	4,46	93,28	7; 7.IX 1950	0—5	290,460	5,84	93,52
	5—10	3,516	34,22	49,62		5—10	28,773	8,80	89,42
	10—20	3,092	36,28	48,28		10—20	29,374	6,32	91,62
	20—40	2,285	32,92	45,12		20—40	17,732	6,60	91,36
	40—60	2,073	31,04	47,98		40—60	7,886	4,42	93,00
	60—100	1,691	26,32	55,88		60—100	7,671	3,88	92,86
	Грунтовая вода, г/л	10,077	5,38	92,08		Грунтовая вода, г/л	5,965	3,92	89,10
Луговой солончак									
8; 8.VII 1950	0—5	328,910	3,78	96,64	8; 9.IX 1950	0—5	384,264	6,18	93,36
	5—10	42,132	3,36	95,10		5—10	70,121	2,22	96,38
	10—20	30,502	2,92	94,38		10—20	37,989	3,18	95,62

Таблица 2 (окончание)

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы м-экв		№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы м-экв	
			хлоридов	сульфатов				хлоридов	сульфатов
8; 8.VII 1950	20—40	25,199	3,12	94,76	8; 9.IX 1950	20—40	32,198	3,26	94,82
	40—60	29,024	2,80	95,08		40—60	27,656	3,20	94,48
						60—100	26,781	3,20	93,20
	Грунтовая вода, г/л	25,471	2,80	94,18		Грунтовая вода, г/л	34,098	3,82	91,98
9; 8.VII 1950	0—5	327,952	6,20	93,01	9; 9.IX 1950	0—5	380,370	5,80	93,58
	5—10	19,091	3,76	95,40		5—10	19,649	3,98	94,06
	10—20	11,456	2,46	94,16		10—20	9,851	3,62	91,64
	20—40	7,280	2,12	95,40		20—40	7,269	3,12	90,26
	40—60	5,133	2,06	95,34		40—60	5,839	1,56	90,86
						60—100	4,340	2,42	91,48
	Грунтовая вода, г/л	3,971	1,36	88,40		Грунтовая вода, г/л	4,248	2,42	93,62

Химик-аналитик Л. М. Жулинская.

Концентрация почвенного раствора 7.VII 1950 г. в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см той же почвы равнялась 33,56—3,51—3,09 г/л, а в нижележащих горизонтах колебалась в пределах 2,28—1,69 г/л. Высокая концентрация почвенного раствора (33,56 г/л) наблюдалась только в поверхностном горизонте 0—5 см; ниже, в связи с капиллярным перемещением солей кверху вследствие сильного нагревания поверхности почвы, она резко снижалась и становилась меньше концентрации грунтовых вод. Уменьшению концентрации почвенных растворов в этих горизонтах способствуют также поливы, при помощи которых соли отсюда сбрасываются в грунтовые воды, повышая минерализацию их.

К 7.IX 1950 г. концентрация почвенного раствора в этих же горизонтах возросла до 290,46—28,77—29,37 г/л, а в нижележащих горизонтах колебалась в пределах 17,33—7,67 г/л.

Засоление почвы, по данным водных вытяжек, хлоридно-сульфатное с преобладанием среди катионов кальция, при более сильном засолении — натрия. Почвенные растворы по солевому составу хлоридно-сульфатно-магниевые. Грунтовые воды по солевому составу хлоридно-содово-сульфатно-магниевые.

Из приведенных данных видно, что засоление на площ. 7 было высокое, чем и следует объяснить замедленный рост и угнетенное состояние хлопчатника.

На площ. 8 (луговой солончак), расположенной в 260 м от коллектора, засоление было еще выше, чем на площ. 7. В гор. 0—5, 5—10, 10—20 см лугового солончака содержание солей, по данным водных вытяжек 8.VII 1950 г., равнялось 8,43—1,89—2,14%, а в нижележащих горизонтах уменьшалось до 1,41—1,39%. Минерализация грунтовых вод равнялась 25,47 г/л. К 9.IX 1950 г. засоление в тех же горизонтах этого солончака увеличилось до 10,22—2,01—2,29%, а в нижележащих горизонтах равнялось 1,42—1,47—1,37%. Минерализация грунтовых вод — 34,19 г/л.

Концентрация почвенного раствора 8.VII 1950 г. в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см того же солончака была 328,91—42,13—30,50 г/л, а в нижележащих горизонтах колебалась в пределах 29,02—25,19 г/л. К 9.IX концентрация почвенного раствора этого солончака увеличилась в этих горизонтах до 384,26—70,12—39,99 г/л, а в нижележащих горизонтах последовательно уменьшалась от 32,19 до 26,78 г/л.

Засоление лугового солончака, по данным водных вытяжек, хлоридно-сульфатное с преобладанием среди катионов натрия, реже — кальция или магния. Почвенные растворы и грунтовые воды по солевому составу хлоридно-сульфатно-магниевые.

Сильная засоленность почвы на площ. 8 видна и по данным водных вытяжек; на это же указывают и концентрации почвенных растворов. Подобного засоления хлопчатник не переносит, чем и объясняется гибель его на этой площадке еще в период всходов.

На площ. 9 (луговой солончак), расположенной в 310 м от коллектора, содержание солей в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см на 8.VII 1950 г. равнялось 4,13—1,26—0,95%, а в нижележащих горизонтах колебалось в пределах 1,13—1,99. Минерализация грунтовых вод — 3,97 г/л.

В сентябре (9.IX) содержание солей этого солончака в этих горизонтах было 4,58—1,18—1,10%, а в нижележащих 1,48—1,26%. Минерализация грунтовых вод — 4,24 г/л.

Концентрация почвенного раствора в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см того же солончака 8.VII 1950 г. равнялась соответственно 327,95, 19,09, 11,45 г/л и в следующих горизонтах последовательно уменьшалась от 11,45 до 7,28—5,13 г/л. К 9.IX 1950 г. концентрация почвенного раствора в тех же горизонтах этого солончака увеличилась соответственно до 380,39, 19,64, 9,85 г/л и в следующих горизонтах последовательно уменьшалась от 7,26 до 5,83—4,34 г/л.

Засоление лугового солончака, по данным водных вытяжек, хлоридно-содово-сульфатное или хлоридно-сульфатное с преобладанием среди катионов кальция, реже магния или натрия. Почвенные растворы по солевому составу хлоридно-сульфатно-магниевые. Грунтовые воды — хлоридно-содово-сульфатно-магниевые.

На сильнозасоленной площ. 9 условия для произрастания хлопчатника неблагоприятные. Хлопчатник здесь низок, изрежен, угнетен, с большим числом неполноценных коробочек.

Для наглядного представления о процессах соленакопления приведем данные по содержанию солей в слоях 0—20, 0—100 см на один гектар почвы для июльского и сентябрьского сроков (табл. 3).

На площ. 4, 5 и 6 содержание солей в июле в пахотном горизонте было сравнительно невысокое: 44,7—28,1—25,9 т/га, в метровом слое почв их было 200,0—76,7—38,7 т/га; в сентябре содержание солей в пахотном горизонте также не увеличилось (39,7—26,8—25,2 т/га), в метровом слое 187,7—91,9—45,0 т/га. Наименьшее содержание солей на площ. 6, как отмечено выше, мы связываем с прохождением здесь оросителя.

Подобная же картина на площадках, расположенных ближе к коллектору. На площадках, расположенных дальше от коллектора, чем площ. 4,5 и 6, такой картины не наблюдается. На площ. 7, расположенной в 170 м от коллектора, содержание солей в июле равнялось в пахотном горизонте 58,33 т/га, в сентябре количество солей в этом горизонте увеличилось до 127,52 т/га.

На площ. 8, в 260 м от коллектора, в июле в пахотном горизонте содержание солей равнялось 114,89 т/га, в сентябре содержание солей увеличилось до 131,85 т/га.

Таблица 3

Запас солей на поле хлопчатника на участках различной удаленности от коллектора А

№ площадки	Мощность расчетного слоя, см	1950 год		Расстояние от коллектора, м
		июль	сентябрь	
		т/га		
Среднезасоленная луговая почва				
4	0—20	44,74	39,73	
	0—100	200,02	187,69	12
5	0—20	28,11	26,82	
	0—100	76,79	91,94	60
6	0—20	25,89	25,27	
	0—100	38,73	45,01	110
Сильнозасоленная луговая почва				
7	0—20	58,33	127,52	
	0—100	266,01	333,02	170
Луговой солончак				
8	0—20	114,83	131,85	
	0—100	299,15	316,25	260
9	0—20	54,41	59,37	
	0—100	262,53	232,17	310

Высокое содержание солей было и на площ. 9. В июле в пахотном горизонте содержание солей достигло 54,41 т/га, в сентябре увеличилось до 59,37 т/га.

Чтобы учесть количественно уменьшение урожайности хлопчатника по мере увеличения засоленности почв, на различных расстояниях от кол-

Данные по развитию хлопчатника и учет урожая хлопка

№ участка	Расстояние от коллектора, м	Число кустов на участке	Число гнезд	Ср. высота растений, см	Число коробочек	2.IX			8.IX			11.IX		
						урожай, кг	число коробочек	вес коробочки, г	урожай, кг	число коробочек	вес коробочки, г	урожай, кг	число коробочек	вес коробочки, г
5	60	235	158	63	1267	2,6	303	8,5	1,17	170	6,9	—	—	—
7	170	224	118	43	530	0,175	33	5,3	0,38	71	5,3	0,195	61	3,2
9	310	112	68	24	64	0,03	9	3,3	0,06	20	3,0	0,015	5	2,0

Примечания. 1. Размер учетной площади участка 25 м².
2. Наблюдения за развитием хлопчатника и учет урожая хлопка-сырца выполне-

лектора были заложены три пробных площадки: первая в 60 м от коллектора, вторая в 170 м, третья в 310 м. Размер площадок 25 м² каждая. На этих площадках производился учет всех кустов хлопчатника, измерялась высота их, подсчитывалось число коробочек, учитывалась скорость раскрывания коробочек и производился сбор хлопка-сырца (табл. 4).

При слабом засолении почвы (площ. 5) было 235 кустов хлопчатника, при увеличении засоления их уменьшалось до 224 и 112 (площ. 7 и 9). Средняя высота хлопчатника на площ. 5 равнялась 63 см, на площ. 7—43 см,

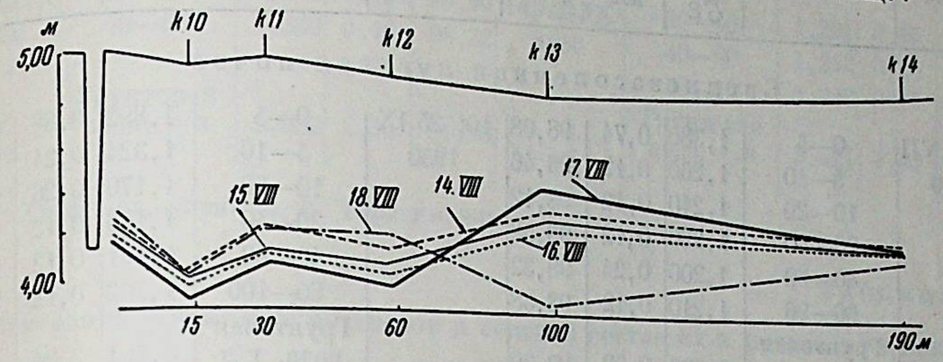


Рис. 2. Депрессионные кривые грунтовых вод на поле хлопчатника около коллектора Б на период 14—18.VIII 1950 г.

на площ. 9—24 см. Число коробочек на площ. 5 равнялось 1267, на площ. 7—530, на площ. 9—64. Значительно скорее хлопчатник созревал на слабозасоленных почвах. Урожай на менее засоленных почвах был выше. Вес одной коробочки также был выше. Например, при сборе хлопка 8. IX 1950 г. вес одной коробочки на слабозасоленной почве (площ. 5) равнялся 6,9 г, на среднезасоленной (площ. 7) 5,3 г, на солончаке (площ. 9) 3,0 г.

Перейдем к анализу солевого режима почв, удаленных на различные расстояния от коллектора Б, глубиной в 1,2 м. Этот коллектор также повлиял на снижение уровня грунтовых вод на хлопковом поле. Как и у коллектора А, наибольшее снижение уровня грунтовых вод наблюдалось на участках ближе к коллектору. На расстоянии 40—50 м от коллектора грунтовые воды залегали на глубине 110—120 см, на расстоянии 140—190 м — на глубине 60—65 см.

Таблица 4

сырца на участках различной удаленности от коллектора А, 1950 г.

20.IX			27.VIII	29.VIII	1.IX	2.IX	4.IX	6.IX	8.IX	11.IX	20.IX	29.IX
урожай, кг	число коробочек	вес коробочки, г	число кустов с раскрытыми коробочками									
0,627	100	6,3	38	59	—	61	68	72	74	78	84	—
0,519	100	5,2	1	3	9	9	11	11	22	35	50	50
0,155	50	3,1	3	3	9	14	15	16	20	21	32	35

ны Е. Д. Сергеевой.

Таблица 5

Содержание солей в почвах расположения коллектора Б по данным водных вытяжек в различные сезоны года

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв. хлоридов	%-содержание от суммы м-экв. сульфатов	№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв. хлоридов	%-содержание от суммы м-экв. сульфатов
Среднезасоленная луговая почва									
10; 14.VII 1950	0—5	1,380	0,74	98,08	10; 25.IX 1950	0—5	1,892	0,88	98,16
	5—10	1,260	0,12	98,46		5—10	1,324	0,24	98,48
	10—20	1,210	0,12	98,12		10—20	1,170	0,26	98,26
	20—40	1,230	0,12	98,58		20—40	1,196	0,12	98,22
	40—60	1,200	0,24	98,32		40—60	1,161	0,12	98,54
	60—90	1,210	0,12	98,58		60—100	1,202	0,12	98,74
	Грунтовая вода, г/л	3,998	0,32	93,30		Грунтовая вода, г/л	4,591	2,24	89,98
11; 14.VII 1950	0—5	1,274	Следы	98,70	11; 25.IX 1950	0—5	1,922	0,66	98,10
	5—10	1,250	»	98,80		5—10	1,307	Следы	98,80
	10—20	1,210	»	98,50		10—20	1,273	»	98,32
	20—40	1,220	»	98,80		20—40	1,222	»	98,86
	40—60	1,240	0,22	98,50		40—60	1,241	»	98,96
	60—80	1,200	0,22	98,44		60—100	1,253	»	99,20
	Грунтовая вода, г/л	4,268	0,30	97,24		Грунтовая вода, г/л	4,893	1,86	90,52
12; 14.VII 1950	0—5	1,446	0,10	98,68	12; 27.IX 1950	0—5	2,348	0,88	98,60
	5—10	1,355	0,10	98,60		5—10	1,613	0,10	98,90
	10—20	1,494	0,12	98,20		10—20	1,533	0,10	98,30
	20—40	1,272	0,10	98,80		20—40	1,335	0,10	98,82
	40—60	1,266	0,12	98,80		40—60	1,314	0,10	99,00
						60—100	1,206	0,12	99,00
	Грунтовая вода, г/л	4,732	1,08	96,12		Грунтовая вода, г/л	4,541	1,12	91,66
Сильнозасоленная луговая почва									
13; 15.VII 1950	0—5	2,856	1,48	97,88	13; 28.IX 1950	0—5	3,568	2,36	97,40
	5—10	1,376	0,10	98,80		5—10	1,547	0,20	98,80
	10—20	1,271	0,12	98,54		10—20	1,296	0,10	98,60
	20—40	1,234	0,22	98,50		20—40	1,306	0,22	98,62
	40—60	1,256	0,22	98,50		40—60	1,273	0,22	98,10
	Грунтовая вода, г/л	3,243	0,78	94,42		Грунтовая вода, г/л	3,344	1,20	89,80
Луговой солончак									
14; 15.IX 1950	0—5	6,120	4,66	85,06	14; 28.IX 1950	0—5	5,017	3,84	85,68
	5—10	1,803	0,92	99,04		5—10	1,456	10,00	89,40
	10—20	1,552	0,40	98,60		10—20	1,502	0,42	98,40

Таблица 5 (окончание)

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв. хлоридов	%-содержание от суммы м-экв. сульфатов	№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы м-экв. хлоридов	%-содержание от суммы м-экв. сульфатов
14; 15.IX 1950	20—40	1,385	0,46	98,90	14; 28.IX 1950	20—40	1,291	0,46	98,00
	40—60	1,320	0,46	98,22		40—60	1,252	0,24	98,50
						60—100	1,233	0,14	98,60
	Грунтовая вода, г/л	6,052	2,30	94,56		Грунтовая вода, г/л	3,421	1,48	92,78

Химик-аналитик З. И. Герасимович.

Таблица 6

Концентрация почвенных растворов и солевой состав их в почвах расположения коллектора Б

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы м-экв. хлоридов	%-содержание от суммы м-экв. сульфатов	№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы м-экв. хлоридов	%-содержание от суммы м-экв. сульфатов
Среднезасоленная луговая почва									
10; 14.VII 1950	0—5	11,564	3,62	92,76	10; 25.IX 1950	0—5	33,915	2,32	96,24
	5—10	5,245	1,00	92,50		5—10	10,162	1,76	95,18
	10—20	3,962	1,30	92,08		10—20	11,631	0,90	96,56
	20—40	3,676	0,68	94,44		20—40	5,756	0,90	93,24
	40—60	3,834	0,66	93,80		40—60	3,841	1,34	94,64
	60—90	4,589	0,56	95,90		60—100	6,643	0,82	96,90
	Грунтовая вода, г/л	3,998	0,32	93,30		Грунтовая вода, г/л	4,591	2,24	89,98
11; 14.VII 1950	0—5	5,799	2,22	92,86	11; 25.IX 1950	0—5	33,361	2,62	95,98
	5—10	4,925	0,52	94,12		5—10	7,646	1,00	95,78
	10—20	4,678	0,54	94,48		10—20	6,598	1,18	95,26
	20—40	2,731	0,96	93,02		20—40	3,999	1,88	92,42
	40—60	3,402	0,64	92,10		40—60	5,374	1,46	95,38
	60—80	3,730	0,58	92,90		60—100	4,298	1,78	94,94
	Грунтовая вода, г/л	4,268	0,30	97,24		Грунтовая вода, г/л	4,893	1,86	90,52
12; 14.VII 1950	0—5	7,301	1,04	94,02	12; 27.IX 1950	0—5	74,732	2,14	96,56
	5—10	6,112	1,28	91,46		5—10	7,791	2,62	93,10
	10—20	5,772	0,88	95,12		10—20	7,378	2,04	92,46
	20—40	5,815	1,32	95,12		20—40	4,903	2,10	93,66
	40—60	12,581	0,44	97,34		40—60	4,332	1,22	94,82
						60—100	4,578	2,28	91,68
	Грунтовая вода, г/л	4,732	1,08	96,12		Грунтовая вода, г/л	4,541	1,12	91,66

Таблица 6 (окончание)

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы, м-экв.		№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, г/л	%-содержание от суммы, м-экв.	
			хлоридов	сульфатов				хлоридов	сульфатов
Сильнозасоленная луговая почва									
13; 15.VII 1950	0—5	95,304	3,96	96,10	13; 28.IX 1950	0—5	106,023	3,98	95,06
	5—10	8,341	1,82	94,22		5—10	17,681	1,48	96,24
	10—20	22,358	0,72	97,66		10—20	15,758	1,20	96,72
	20—40	5,499	1,40	95,34		20—40	6,291	1,26	95,74
	40—60	3,881	2,00	93,32		40—60	6,344	1,28	96,36
						60—100	4,701	1,10	92,60
	Грунтовая вода, г/л	3,243	0,78	94,42		Грунтовая вода, г/л	3,344	1,20	89,80
Луговой солончак									
14; 15.VII 1950	0—5	344,531	3,90	96,02	14; 28/IX 1950	0—5	284,388	7,82	91,60
	5—10	28,996	3,22	94,50		5—10	19,205	5,70	92,34
	10—20	10,160	2,98	93,50		10—20	13,471	4,42	92,42
	20—40	10,091	3,46	93,06		20—40	8,641	3,04	93,58
	40—60	6,343	3,74	86,14		40—60	4,954	1,56	95,56
						60—100	3,574	1,46	94,12
	Грунтовая вода, г/л	6,052	2,30	94,56		Грунтовая вода, г/л	3,421	1,48	92,78

На площ. 10, 11, 12, в 15, 30, 60 м от коллектора, содержание солей в верхних горизонтах почв, по данным водных вытяжек, 14.VII 1950 г., равнялось 1,44 —1,21% (табл. 5; рис. 2), к концу сентября увеличилось до 2,34—1,89%, а в нижних горизонтах колебалось в пределах 1,53—1,20%. Общий запас солей на площ. 10, 11, 12 в пахотном горизонте в июле равнялся 37,7—36,9—44,5 т/га (табл. 7), в сентябре 41,0—42,6—52,8 т/га, т. е. был сравнительно невысоким, что и обеспечило нормальное произрастание хлопчатника на этих площадках. Минерализация грунтовых вод на упомянутых площадках в течение вегетационного периода колебалась в пределах 3,99—4,89 г/л.

Концентрация почвенного раствора на площ. 10, 11, 12 в июле 1950 г. в верхних горизонтах равнялась 11—5 г/л, в конце сентября на площ. 10, 11 в гор. 0—5 см увеличилась до 33,3—33,9 г/л, на площ. 12 — до 74,7 г/л, в нижележащих горизонтах не превышала 10—6 г/л (табл. 6). Засоление почв, по данным водных вытяжек, — хлоридно-содово-сульфатное с преобладанием среди катионов кальция. Почвенные растворы по солевому составу в июле были также хлоридно-содово-сульфатные, в сентябре — хлоридно-сульфатные с преобладанием магния.

Как видно, засоление почвы на этих площадках в июле было невысокое, в сентябре оно заметно увеличилось только в гор. 0—5 см. Но так как

Таблица 7

Запас солей на поле хлопчатника на участках различной удаленности от коллектора Б (1950 г.)

№ площадки	Мощность расчетного слоя, см	VII	IX	Расстояние от коллектора, м
		т/га		
Среднезасоленная луговая почва				
10	0—20	37,7	41,04	15
	0—100	189,3	189,4	
11	0—20	36,9	42,66	30
	0—100	188,8	198,91	
12	0—20	44,5	52,8	60
	0—100	199,6	212,4	
Сильнозасоленная луговая почва				
13	0—20	51,3	58,1	100
	0—100	204,3	215,0	
Луговой солончак				
14	0—20	88,9	78,8	190
	0—100	283,6	256,7	

во вторую половину вегетационного периода корневая система хлопчатника находилась в своей основной массе на глубине 10—50 см, где засоление почвы и в конце вегетационного периода было невысоким, засоление поверхностного горизонта (0—5 см) не отразилось заметно на ухудшении внешнего вида хлопчатника; лишь на площ. 12 он был все же несколько изрежен и имел меньшую высоту.

Засоление почвы особенно заметно стало увеличиваться на расстоянии от коллектора приблизительно 90—100 м. На площ. 13, в 100 м от коллектора, содержание солей в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см луговой почвы, по данным водных вытяжек, равнялось 15.VII 1950 г. уже 2,85—1,37 —1,27%, уменьшаясь ниже до 1,25—1,23%. Общий запас солей в пахотном горизонте равнялся 51,3 т/га (табл. 7). Минерализация грунтовых вод— 3,24 г/л. В конце сентября содержание солей в этих горизонтах увеличилось до 3,56—1,54—1,29%, в нижележащих горизонтах равнялось 1,30—1,27%. Общий запас солей в пахотном горизонте увеличился до 58,1 т/га. Минерализация грунтовых вод — 3,34 г/л.

Концентрация почвенного раствора в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см той же почвы 15.VII 1950 г. равнялась 95,30—34,22—22,35 г/л и в нижних горизонтах 5,49—3,88 г/л. В конце сентября концентрация почвенного раствора в тех же горизонтах луговой почвы возросла до 106,02—17,18—15,75 г/л, в нижних же уменьшилась до 6,29—4,70 г/л.

Засоление почвы, по данным водных вытяжек и почвенных растворов, в гор. 0—5 см было сульфатное, в нижележащих горизонтах хлоридно-содово-сульфатное с преобладанием в почвах среди катионов магния или кальция, в почвенных растворах — магния или натрия.

Данные по развитию хлопчатника и учет урожая хлопка

№ участка	Расстояние от коллектора, м	Число кустов на участке	Число гнезд	Ср. высота растения, см	Число коробочек	2.IX 1950 г.			19.IX		
						урожай, кг	число коробочек	вес коробочки, г	урожай, кг	число коробочек	вес коробочки, г
10	15	254	175	81	1544	2,5	375	6,7	0,577	100	5,8
13	100	232	140	48	1243	0,2	55	3,7	0,525	100	5,2
14	190	117	63	39	294	0,01	3	3,3	0,217	50	4,3

Таким образом, засоление на площ. 13 было высоким уже в середине вегетационного периода, оно увеличилось еще больше к концу вегетационного периода. Высокое засоление почвы сильно отразилось на внешнем виде хлопчатника: он был заметно изрежен, высота его не превышала 45—50 см, в то время как на площ. 10 высота хлопчатника была около 80 см.

На площ. 14 (луговой солончак), в 190 м от коллектора, содержание воднорастворимых солей в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см 15.VII 1950 г. равнялось 6,12—1,80—1,55%, ниже их содержание уменьшалось до 1,38—1,32%. Общий запас солей в пахотном горизонте равнялся 88,9 т/га. Минерализация грунтовых вод 6,05 г/л.

В сентябре содержание солей в тех же горизонтах этого солончака равнялось 5,01—1,45—1,60% и в нижележащих 1,29—1,23%. Общий запас солей в пахотном горизонте составлял 78,8 т/га. Минерализация грунтовых вод 3,42 г/л.

Концентрация почвенного раствора в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см того же солончака в июле 1950 г. равнялась 344,53—28,99—10,16 г/л, в сентябре 284,38—19,20—13,47 г/л, в нижележащих горизонтах последовательно уменьшалась от 8,64 до 4,95—3,57 г/л.

Засоление лугового солончака, по данным водных вытяжек, в горизонтах до 10 см и в почвенных растворах до 20 см хлоридно-сульфатное, в нижележащих горизонтах в почвах и в почвенных растворах хлоридно-содово-сульфатное с преобладанием в почвах среди катионов магния и ниже кальция, в почвенных растворах — магния.

Из приведенных данных видно, что площ. 14 была сильно засолена в течение всего вегетационного периода. Хлопчатник здесь был низкорослый, изреженный, отличался невысокой урожайностью.

Учет урожая на пробных площадках (в 25 м²), заложенных на поле хлопчатника в различных расстояниях от коллектора Б, показал ухудшение в развитии хлопчатника по мере удаления площадок от коллектора (табл. 8). Число кустов хлопчатника на площ. в 15, 100, 190 м от коллектора соответственно равнялось 254, 232, 117. Средняя высота хлопчатника в 15 м от коллектора 81 см, в 100 м—48 см, в 190 м—39 см. Раскрывание коробочек на расположенных ближе к коллектору площадках наступает значительно раньше. Урожайность на менее удаленных от коллектора площадках выше, выше и вес одной коробочки.

Перейдем к рассмотрению аналитического материала, полученного при обследовании центральной части конуса выноса. На площ. 15 и 17,

Таблица 8

сырца на участках различной удаленности от коллектора Б

26.VIII	28.VIII	31.VIII	1.IX	4.IX	6.IX	8.IX	11.IX	19.IX	23.IX	25.IX	28.IX
число кустов с раскрытыми коробочками											
35	46	59	67	80	80	86	93	97	—	—	—
3	7	17	17	26	39	48	59	70	71	—	76
0	1	4	4	6	8	9	12	22	22	25	31

расположенных в 20 м от дрен, при расстоянии между ними 160 м, содержание солей, по данным водных вытяжек, в гор. 0—5 см 26.VII 1950 г. равнялось 2,45—2,53%, в гор. 5—10 см 1,58—1,59%, а в нижележащих горизонтах уменьшалось от 1,35 до 0,18—0,10% (табл. 9). В сентябре содержание солей в гор. 0—5 см возросло до 4,11—4,75%, в гор. 5—10 см до 1,78—1,82%, в гор. 10—20 см до 1,54—1,59%, а в нижележащих горизонтах почти не изменилось.

Площ. 16, расположенная в середине междудренья, сильнее засолена, чем рассмотренные выше площадки. В июле 16.VII 1950 г. содержание солей в гор. 0—5, 5—10, 10—20 см равнялось 4,80—1,51—1,19%, в сентябре увеличилось до 8,69—1,78—1,48%.

Общий запас солей на площ. 15 и 17 в пахотном горизонте в июле равнялся 54,6—53,4 т/га, в сентябре увеличился до 71,5—77,3 т/га (табл. 10).

На площ. 16 общий запас солей в пахотном горизонте был: в июле 64,9 т/га, в сентябре 98,3 т/га. Засоление почвы на площ. 15, 17 было хлоридно-сульфатное или хлоридно-содово-сульфатное с преобладанием среди катионов кальция; на площ. 16 — хлоридно-сульфатное с преобладанием в гор. 0—5 см магния, в нижележащих — кальция.

Таким образом, засоление на хлопковом поле с расстоянием дрен в 160 м неравномерное. Значительно сильнее засолена почва в середине междудренья.

На площ. 18, 20, расположенных в 20 м от дрен при расстоянии между ними 120 м в гор. 0—5 см содержание солей в июле равнялось 2,74—2,15%, в гор. 5—10 см 1,67—1,46% (табл. 9), в сентябре оно увеличилось до 3,80—2,67%; в нижележащих горизонтах оно, по сравнению с июльским сроком почти не изменилось.

Площ. 19, расположенная в середине междудренья, засолена сильнее, чем площ. 18 и 20, но все же в гораздо меньшей степени, чем площ. 16, которая находится тоже в середине междудренья, но при расстоянии между дренами в 160 м; содержание солей здесь в гор. 0—5, 5—10 см равнялось 28.VII 3,24—1,36%, 14.IX —3,25—1,70%, т. е. почти не изменилось.

Общий запас солей на площ. 18 и 20 в пахотном горизонте равнялся в июле 52,5—52,2 т/га, в сентябре 45,7—54,3 т/га. На площ. 19 он равнялся в июле 52,8 т/га, в сентябре 59,4 т/га, т. е. был почти таким же, как и у площадок вблизи дрен (табл. 10).

Засоление почвы на площ. 18, 19, 20 хлоридно-сульфатное с преобладанием среди катионов в гор. 0—5 см магния или кальция, в нижележащих горизонтах — только кальция.

Таблица 9

Содержание солей в почвах центральной части конуса выноса по данным водных вытяжек

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы, м-экв.		№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы, м-экв.	
			хлоридов	сульфатов				хлоридов	сульфатов
Среднезасоленная луговая почва									
5; 26.VII 1950	0—5	2,450	10,52	88,66	15; 14.IX 1950	0—5	4,112	4,04	95,42
	5—10	1,581	1,74	96,48		5—10	1,779	3,04	95,34
	10—20	1,358	0,92	96,60		10—20	1,545	1,48	95,52
	20—40	0,555	24,12	68,74		20—40	0,454	21,24	70,88
	40—60	0,184	14,48	61,48		40—60	0,172	25,42	49,12
	60—100	0,148	32,10	39,88		60—100	0,298	30,78	51,20
	Грунтовая вода, г/л	1,175	8,84	81,00		Грунтовая вода, г/л	2,481	9,92	89,52
Сильнозасоленная луговая почва									
16; 26.VII 1950	0—5	4,806	10,48	78,98	16; 14.IX 1950	0—5	8,693	5,16	94,60
	5—10	1,513	2,34	95,68		5—10	1,780	2,96	95,76
	10—20	1,190	1,00	96,06		10—20	1,483	1,82	96,28
	20—40	0,277	4,30	80,24		20—40	0,552	4,16	89,28
	40—60	0,155	9,92	59,84		40—60	0,432	42,04	46,20
	60—100	0,116	17,56	52,74		60—100	0,198	35,08	41,12
	Грунтовая вода, г/л	15,865	28,84	70,00		Грунтовая вода, г/л	1,192	10,14	69,00
Среднезасоленная луговая почва									
17; 26.VII 1950	0—5	2,536	1,18	97,74	17; 14.IX 1950	0—5	4,753	32,48	67,10
	5—10	1,585	3,96	94,16		5—10	1,824	5,80	92,80
	10—20	1,255	0,76	96,88		10—20	1,598	3,42	94,66
	20—40	0,333	2,16	82,20		20—40	0,388	10,34	78,90
	40—60	0,320	33,84	48,44		40—60	0,193	19,88	52,72
	60—100	0,102	10,00	37,60		60—100	0,130	23,52	31,12
	Грунтовая вода, г/л	1,506	12,44	70,52		Грунтовая вода, г/л	1,250	2,24	94,42
18; 25.VII 1950	0—5	2,740	16,58	82,40	18; 15.IX 1950	0—5	3,799	9,84	89,56
	5—10	1,671	13,62	84,66		5—10	1,500	22,12	76,18
	10—20	1,092	10,18	86,54		10—20	0,351	31,52	56,61
	20—40	0,320	20,00	67,44		20—40	0,170	27,24	46,30
	40—60	0,201	31,62	46,68		40—60	0,192	26,16	44,62
	60—100	0,143	24,72	39,56		60—100	0,150	10,90	50,90
	Грунтовая вода, г/л	0,819	6,38	75,56		Грунтовая вода, г/л	0,499	5,88	85,28

Таблица 9 (окончание)

№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы, м-экв.		№ площадки и дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	%-содержание от суммы, м-экв.	
			хлоридов	сульфатов				хлоридов	сульфатов
19; 28.VII 1950	0—5	3,237	16,34	82,30	19; 14.IX 1950	0—5	3,250	15,20	83,90
	5—10	1,362	2,12	95,52		5—10	1,704	6,24	92,32
	10—20	1,169	3,26	94,00		10—20	1,393	0,80	96,38
	20—40	0,442	25,90	65,68		20—40	0,688	0,92	93,50
	40—60	0,212	20,70	55,92		40—60	0,210	5,18	74,22
	60—100	0,101	16,38	39,70		60—100	0,070	4,32	52,68
	Грунтовая вода, г/л	1,241	14,60	73,76		Грунтовая вода, г/л	1,485	12,00	80,62
20; 28.VII 1950	0—5	2,155	17,90	81,30	20; 14.IX 1950	0—5	2,667	14,90	84,46
	5—10	1,463	8,50	90,00		5—10	1,532	2,30	95,92
	10—20	1,396	9,00	89,20		10—20	1,279	1,90	96,20
	20—40	0,545	6,30	87,00		20—40	0,480	3,08	91,04
	45—60	0,501	12,36	58,84		40—60	0,127	8,08	63,58
	60—100	0,149	36,80	39,00		60—100	0,092	10,92	43,42
	Грунтовая вода, г/л	0,994	8,66	78,44		Грунтовая вода, г/л	0,746	17,24	65,66

Химик-аналитик З. И. Герасимович.

Таблица 10

Запас солей на хлопковых полях с различным расстоянием между дренами в центральной части конуса выноса

№ площадки	Мощность расчетного слоя, см	1950 год		Расстояние между дренами, м	Местоположение площадки
		июль	сентябрь		
Среднезасоленная луговая почва					
15	0—20	54,6	71,5	160	В 20 м от дрены
	20—100	87,7	109,9		
Сильнозасоленная луговая почва					
16	0—20	64,9	98,3	160	В середине междудренья
	20—100	86,7	145,7		
Среднезасоленная луговая почва					
17	0—20	53,4	77,3	160	В 20 м от дрены
	20—100	80,6	101,2		
18	0—20	52,5	45,7	120	То же
	20—100	78,1	68,7		
19	0—20	52,8	59,4	120	В середине междудренья
	20—100	80,9	93,5		
20	0—20	52,2	54,3	120	В 20 м от дрены
	20—100	90,0	79,6		

Таблица 11

Данные по развитию хлопчатника и учет урожая хлопка-сырца на участках различной удаленности от дрен в центральной части конуса выноса

№ участка	Расстояние между дренами, м	Местоположение площадки	Число кустов	Ср. высота растений, см	Число коробочек	14—17.IX		
						урожай, кг	число коробочек	ср. вес коробочки, г
15	160	В 20 м от дрены . .	371	73	1501	0,622	100	6,2
16	160	В середине междудренья	210	47	823	0,490	100	4,9
17	160	В 20 м от дрены . .	217	77	1209	0,577	100	5,8
18	120	То же	272	88	1646	0,719	100	7,2
19	120	В середине междудренья	261	90	1771	0,651	100	6,5
20	120	В 20 м от дрены . .	397	90	1985	0,563	100	5,6

Из приведенного аналитического материала видно, что засоление на хлопковом поле с расстоянием между дренами 120 м более равномерное; сильно засоленных почв в середине междудренья здесь не наблюдается.

Таким образом, и в центральной части конуса выноса дрены, при расстоянии между ними в 160 м, не выполняют своего назначения — предохранения почвы от засоления. Это сказалось и на учетных площадках (табл. 11).

При расстоянии между дренами 160 м на учетных площадках, расположенных в 20 м от дрен, число кустов хлопчатника равнялось 371—217, средняя высота куста 73—77 см, число коробочек 1501—1209, средний вес коробочки 6,2—5,8 г.

На учетной площадке, расположенной в середине этого междудренья, число кустов хлопчатника равнялось 210, средняя высота куста 47 см, число коробочек 823, средний вес коробочки 4,9 г.

При междудренье в 120 м такой разницы между площадками не наблюдалось: и в 20 м от дрен и в середине междудренья число кустов хлопчатника равнялось 271—261—397, средняя высота куста 88—90—90 см, число коробочек 1646—1771—1965, средний вес коробочки 7,2—6,5—5,6 г.

ВЫВОДЫ

1. В периферийных частях конусов выноса ферганских рек при наличии однородного механического состава почв в условиях дренажа уровень залегания грунтовых вод на хлопковых полях, состояние и урожайность хлопчатника с увеличением расстояния от коллекторов изменяются в неблагоприятную сторону.

2. При наличии коллектора глубиной в 2,0 м эффективное действие его в условиях наших исследований прослеживалось на полосу шириной до 150 м от коллектора, а при глубине в 1,2 м на полосу шириной до 70 м.

Для повышения эффективного действия коллекторов рекомендуется углубление их не меньше чем до 2,0 м.

Дополнительные мелкие дрены в 60—70 см, расположенные в разном расстоянии от основных коллекторов (в нашем случае в 285 м), также необходимо углубить не меньше чем до 1,7—1,8 м.

3. В центральных частях конусов выноса ферганских рек при проведении параллельных дрен с углублением до 1,5 м расстояние между ними не следует делать более 120 м.

ЛИТЕРАТУРА

Иванова Е. Н. и Розанов А. Н. Классификация засоленных почв. «Почвоведение», № 7, 1939.

Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. II, 1947.

Крюков П. А. Методы выделения почвенных растворов. Сб. «Современные методы исследования физико-химических свойств почв», Вып. 2. Изд. АН СССР, 1947.

Шмидт М. А. Режим грунтовых вод Узбекистана. Ташкент, 1938.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

М. А. АГАМИРОВ

ОПЫТ ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В ГЕОКЧАЙСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

В 1940—1941 гг. нами были произведены исследования влияния промывок солончаковых почв в Ширванской степи Азербайджанской ССР. Для опыта был выбран в Геокчайском районе солончаковый участок площадью в 9 га.

Рис. 1. Общий вид исходного состояния участка исследования.

При выборе участка мы учитывали типичность почвенного покрова участка для данной зоны и наличие естественного оттока грунтовых вод, достаточного для проведения эффективных промывок без искусственного дренажа. Участок должен был иметь соответствующий уклон местности и положение выше местного базиса эрозии, достаточно глубокое залегание грунтовых вод, удовлетворительную водопроницаемость почвогрунтов и наличие достаточного уклона грунтовых вод.

До 1920 г. на выбранном для опыта участке высевался рис, после участок был заброшен и не использовался под посевы (рис. 1).

Вследствие постоянного воздействия грунтовых вод под влиянием орошения окружающих полей и отсутствия промывок, на участке наблюдалось прогрессивное вторичное засоление, вызвавшее изменение видового состава растительного покрова. Преобладающая растительность на участке — солянки, тамарикс, кермек и изредка на несколько опресненных сбросными водами местах — верблюжья колючка.

До закладки опыта была проведена топографическая съемка и составлен профиль местности (рис. 2). Средний уклон местности в верхней (западной) половине участка был 0,0048, в нижней (восточной) — 0,0016, что обеспечивало отток с участка поверхностных сбросных вод.

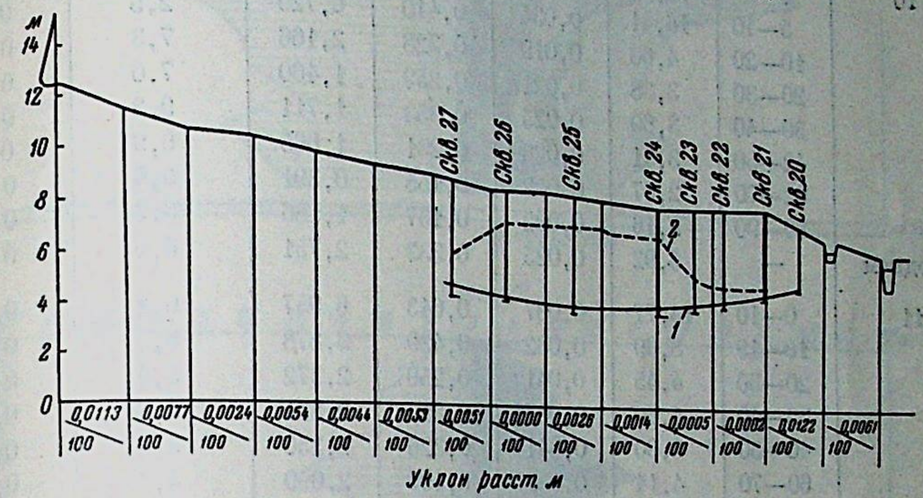


Рис. 2. Продольный профиль опытного участка в направлении с северо-запада на юго-восток.

1 — уровень грунтовых вод 15.II 1941 г.;
2 — уровень грунтовых вод 20.X 1941 г.

Северо-западная часть территории состоит главным образом из слоистых ирригационных наносов со сравнительно легким механическим составом и расположена на более высоких отметках по рельефу. Юго-восточная часть, расположенная на более низких отметках, имеет сравнительно более тяжелый механический состав. Чередование слоев наблюдается здесь реже, а ирригационные наносы имеют меньшую мощность.

Для верхнего участка мы применяли весеннюю промывку с последующим посевом местного сорта сорго «акдары», а на нижнем участке — весенне-летнюю промывку с посевом риса.

Уровень грунтовых вод в различных точках участка колебался от 3,6 до 4,5 м. Изменения уровня грунтовых вод после проведения опыта с промывкой видны из рис. 2.

Почвенный покров опытного участка в верхней половине представлен светлыми приканавно-аллювиальными, а в нижней чально-луговыми почвами. Почвогрунты до глубины 1 м сложены в основном легкими и средними глинами; содержание глинистых частиц по отдельным горизонтам сильно варьирует, колеблясь в метровом слое от 50 до 74% (в среднем 67%). В пределах каждого генетического горизонта наблюдаются, наряду с суглинистыми и глинистыми слоями, также и супесчаные прослойки и линзы.

Почвы исследованного участка относятся по большей части к типу сульфатного засоления. Из табл. 1 видно, что почвы по горизонтам и в среднем для метрового слоя содержат в сухом остатке меньше 10% хлора, их следует отнести к сульфатному типу засоления, а по степени засоленности к злостному солончаку.

Таблица 1

Данные анализа водных вытяжек исходных образцов опытного участка (в %)

Дата взятия образцов 9—12.X 1940 г.

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Сухой остаток	HCO_3'	Cl'	SO_4''	Содержание хлора в % от сухого остатка	Коэффиц. насыщенности $\frac{SO_4''}{Cl' + SO_4''}$
10	0—5	11,20	0,028	0,794	5,703	7,0	
	5—10	16,41	0,034	0,410	6,729	2,5	0,88
	10—20	4,60	0,019	0,328	2,166	7,3	0,94
	20—30	3,38	0,021	0,259	1,460	7,0	0,87
	30—40	3,60	0,025	0,353	1,711	9,3	0,85
	42—50	3,31	0,028	0,231	1,665	6,9	0,83
	62—70	2,67	0,022	0,155	0,391	5,6	0,88
	80—90	2,16	0,022	0,137	1,186	6,3	0,90
В среднем	—	5,92	0,025	0,333	2,751	6,0	0,90
							0,89
11	0—10	13,77	0,037	0,643	6,957	0,2	
	10—19	8,69	0,032	0,439	3,878	5,5	0,91
	20—30	4,45	0,041	0,259	2,372	5,5	0,89
	35—40	5,60	0,037	0,316	2,851	5,8	0,90
	40—50	5,60	0,041	0,326	2,350	5,9	0,90
	60—70	4,14	0,032	0,199	2,099	4,8	0,89
В среднем	—	7,04	0,037	0,364	3,417	4,6	0,91
							0,90

Таблица 2

Средневзвешенное содержание солей метрового слоя в % на абсолютно сухой вес почвы

Дата взятия образцов 9—12.X 1940 г.

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Сухой остаток	HCO_3'	Cl'	SO_4''	Содержание хлора в % от сухого остатка	Коэффиц. насыщенности $\frac{SO_4''}{Cl' + SO_4''}$
2	0—90	3,02	0,022	0,240	1,608	7,9	0,87
3	0—90	3,13	0,022	0,252	1,672	8,0	0,86
4	0—90	3,87	0,028	0,261	2,647	6,7	0,87
5	0—90	2,53	0,024	0,175	1,711	6,9	0,90
6	0—90	3,37	0,025	0,264	1,994	7,8	0,88
7	0—90	3,88	0,028	0,276	1,145	7,1	0,80
8	0—90	4,13	0,025	0,196	1,943	4,7	0,90
9	0—90	3,20	0,023	0,222	1,478	6,9	0,75
10	0—90	5,81	0,025	0,333	1,751	5,5	0,89
11	0—70	7,05	0,037	0,364	3,417	5,7	0,88
12	0—70	3,82	0,037	0,364	1,548	9,6	0,80
14	0—100	2,67	0,030	0,261	1,420	9,8	0,84
15	0—100	1,94	0,021	0,147	0,903	7,6	0,86

Коэффициент насыщения SO_4'' по Приклонскому (1932), выражающийся отношением $\frac{SO_4''}{Cl + SO_4''}$, равен в среднем для метрового слоя почвы 0,89—0,90. Количество сухого остатка в метровом слое почвы доходит в среднем до 5—7% при содержании хлора более 0,3%.

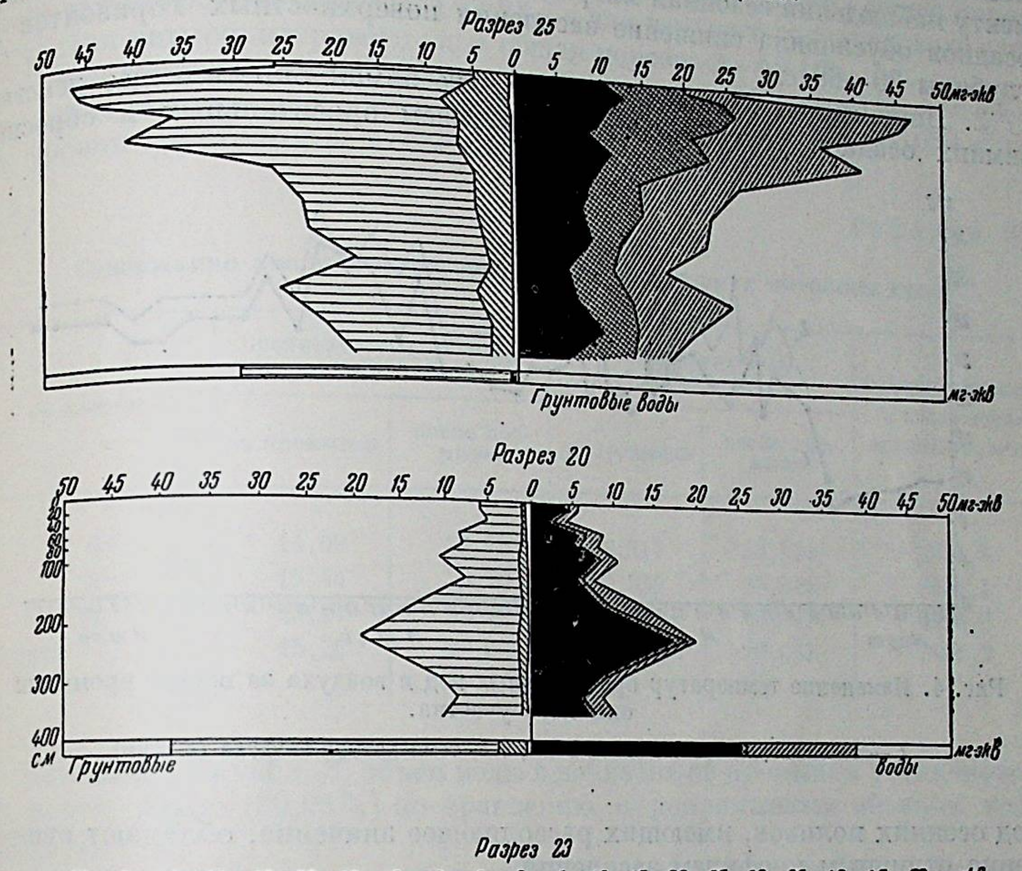


Рис. 3. Солевые профили. Разр. 25 на повышенных элементах рельефа; разр. 20 на пониженных элементах рельефа; разр. 23 на промежуточных элементах рельефа.

Из 13 химических анализов почвогрунтов метрового слоя средневзвешенное содержание сухого остатка колеблется от 2 до 4% (за исключением разр. 10, 11). Содержание хлора по тем же анализам больше 0,15% (табл.2).

Из табл. 2 видно, что почвы опытного участка в среднем на 85% насыщены анионом серной кислоты и относятся к солончакам.

Однако не все почвогрунты опытного участка одинаково сильно засолены. Исследования солевого профиля почвогрунтов по состоянию к концу

зимнего периода позволяют установить следующие закономерности в его формировании (рис. 3).

1. На повышенных элементах рельефа, не орошающихся и не затопляющихся сбросными водами, солевой профиль несет все признаки соленакопления — увеличение засоления по направлению снизу вверх. К моменту наблюдения сезонная миграция солей вглубь под влиянием зимних осадков обусловила снижение засоления поверхностных горизонтов до глубины 20—60 см.

2. Пониженные элементы рельефа, где зимой опресняющее действие зимних осадков усугубляется воздействием оросительных и сбросных

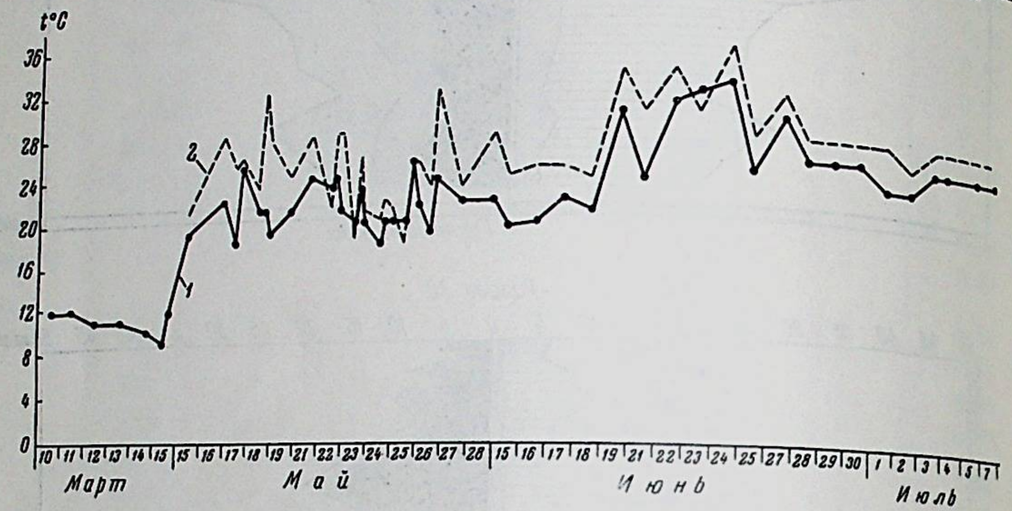


Рис. 4. Изменение температур оросительных вод и воздуха за время промывки опытного участка.

1 — температура оросительной воды; *2* — температура воздуха (в тени).

вод осенних поливов, имеющих рассоляющее значение, обладают существенно отличным профилем засоления.

3. Профиль разреза, лежащий на грани между двумя зонами, является типичным профилем «стабилизированного» засоления, равномерно распределенного сверху донизу, за исключением верхних горизонтов, где происходило сезонное перемещение солей.

Окружающие опытный участок массивы земель в большинстве случаев представлены также солончаковыми почвами. Содержание солей в метровом слое почвогрунтов окружающего массива колеблется от 148 до 629 т/га. Сухого остатка в среднем 2,26%, хлора 0,09% при общей щелочности 0,04%. Эти данные позволяют отнести почвы окружающего массива к сильнозасоленным.

Согласно данным засоления, выраженным в миллиэквивалентах, во всех случаях количество натрия превышает сумму анионов Cl' и HCO_3'; во всех случаях мы имеем наличие Na_2SO_4, который при обычных температурных условиях выражен в основном в форме мирабилита ($Na_2SO_4\,10H_2O$) в смеси с метастабильным гидратом ($NO_2SO_4\,7H_2O$). Мирабилит при температуре ниже 10° значительно снижает свою растворимость в воде. Поэтому при проведении промывок сульфатно-засоленных почв опытного участка нами учитывалась температура оросительной воды и температура воздуха (рис. 4).

За период проведения промывок с 15.III по 15.IX температура оросительной воды была выше 10°, а температура воздуха колебалась от 18 до 34°.

Удельный вес почвогрунтов колебался в довольно узких пределах — от 2,64 до 2,72, в среднем 2,68. Объемный вес варьировал от 0,99 до 1,45 по слоям в зависимости от сложения и различия механического и минералогического состава. Наименее влажным (11%) был подсолончаковый горизонт в интервале глубин 10—20 см; влажность почвогрунтов со второго полуметра значительно возросла (до 20%). Средняя величина общей порозности для метрового слоя была 49,9%, а для верхнего солончакового слоя 66%. Для четырехметрового слоя общая порозность 46,1%.

Объем свободных от воды пор в метровом слое, в зависимости от сложения различных горизонтов почвы, колебался в пределах 1300—1680 м³/га. До уровня грунтовых вод объем этих пор 8614 м³/га.

Таблица 3

Содержание влаги в почве до и после промывки в метровом слое

№ разреза	Средневзвешенное содержание, вес. %		Содержание воды, объем. %		Содержание воды в почве после промывки, м³/га
	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки	
6	14,09	26,78	18,317	36,814	3681,4
8	15,44	26,70	20,535	35,511	3551,1
14	16,27	33,72	21,639	44,847	4484,7
Среднее	15,26	29,62	20,163	39,057	3905,7

Как видно из табл. 3, объем воды в почве после промывки увеличивается почти вдвое (39,06%) по сравнению с допромывным объемом воды (20,16%).

Скорость впитывания воды в почву изучалась в тех чеках, в которых определялась ее полевая влагоемкость (табл. 4).

Таблица 4

Водопроницаемость почвы опытного участка

Дата определения 10.III 1940. Чек № 36

Время определений, час.—мин.	Просачивание сантиметрового слоя воды, мин.	Высота водного столба в чеке, см
4—25	18	14
4—40	15	13
5—30	50	12
6—25	55	11
7—20	55	10

Как видно из табл. 4, для впитывания сантиметрового слоя воды в начале наблюдений требовалось 18 мин., а в конце—55 мин., что связано с насыщением почвогрунтов водой.

В другом случае, при повторном промывном поливе, вода, слоем 15 см, просачивалась полностью лишь за 1 ч. 30 м.

Таким образом, скорость вертикальной фильтрации в пределах метрового слоя выразилась величиной порядка 0,001—0,0025 см/сек, что, по классификации Павловского, характеризует песчано-глинистые грунты и объясняется рыхлым сложением почвогрунтов.

При проведении первых пяти промывных поливов вода в чеках не задерживалась более 12 час. и только при 6-м и 7-м поливах задерживалась до двух суток.

Причина интенсивного впитывания воды, помимо других гидрогеологических условий, по нашему мнению, заключалась в незначительном при пяти первых промывных поливах исходном содержании влаги (14—15%) в метровом слое почвогрунта и в наличии, вследствие этого, достаточного количества свободных от влаги пор в почве.

Кроме того, нельзя не отметить, что наши опыты были проведены по чекам после пахоты на глубину 28—30 см; разрыхление уплотненного «подпахотного» горизонта способствовало повышению водопроницаемости почвы.

За 15-летний период (с 1925 по 1940 г.) под влиянием способствующих засолению почв факторов выделенные Тюремновым (1927) районы как слабозасоленные превратились в злостные солончаки.

В результате проведения промывки почв опытного участка произошло уменьшение глубин залегания грунтовых вод и снижение степени их минерализации.

При промывке подъем грунтовых вод за время опыта с 16.III по 20.X выразился в среднем в 2,5—3,0 м.

Почвы участка в естественном виде имеют с поверхности рыхлое сложение, но на глубине 5—26 см сильно уплотнены. Для разрушения и смешивания плотной прослойки применялась вспашка на глубину 28—30 см. Вспашка производилась с 24 по 30.XII 1941 г. трехкорпусным плугом. Удалось выкорчевать корни елгуна (тамарикса), что способствовало значительному увеличению водопроницаемости плотного и частично подпахотного горизонта почвы.

Оросительные и сбросные канавы, а также бенты промывных чеков проходились двойным ходом трактора ЧТЗ с однокорпусным корчевальным плугом. Планировка поверхности отдельных чеков проводилась вручную, что отрицательно повлияло на качество промывки. Весенняя промывка верхней половины участка осуществлялась с 8 до 13.III. Четырех- и пятикратная весенняя промывка при норме 6000—8000 м³/га показала, что участок промыт до степени, позволяющей получить всходы культуры-освоителя.

С момента спелости почвы было произведено лущение и посев местного солеустойчивого сорго и «акдары» (24.V 1941 г.) вразброс, с последующим боронованием.

Состояние всходов «акдары», их густота, а также размеры засоленных пятен изучались и фиксировались зарисовками по чекам (рис. 5).

Ввиду недостаточного полива (один раз 4.VIII) нам не удалось получить нормального урожая.

Эффективность проведенных весенних промывок выразилась в следующем. В допромывных образцах почвы на глубину до 1 м средневзвешенное содержание сухого остатка выражалось в 3,58%, а запас солей составлял 472 т/га. После промывок при средней промывной норме 8246 м³/га остаточное засоление составляло лишь 1,79%, т. е. 235,68 т/га (табл. 5).

На основании этих данных можно считать доказанным, что весенняя промывка солончаков, приуроченная к многоводному периоду, дает значительное уменьшение засоления.

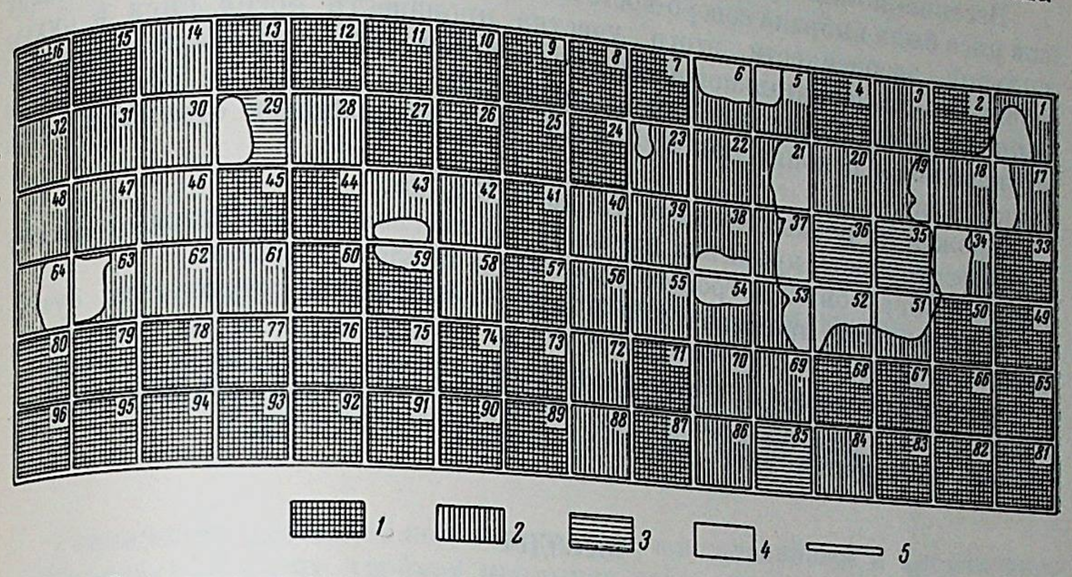


Рис. 5. Состояние всходов сорго опытного участка по промытым засоленным землям в колхозе им. XVII партсъезда Геокчайского района.

1 — хорошие всходы; *2* — средние; *3* — слабые; *4* — без всходов; *5* — бенты.

Таблица 5

Эффективность весенней промывки метрового слоя на опытном участке под посевом сорго

№ чека	Промывная норма, м³/га	Засоление, %		Засоление, т/га		Удалено солей промывкой	
		исходное	конечное	исходное	конечное	т/га	% к исходному количеству
3	6816	4,13	1,52	545,29	200,64	344,65	63,2
6	7782	2,53	1,80	34,49	237,60	96,89	28,9
8	7974	3,02	0,73	399,04	96,36	302,68	75,8
11	7781	1,98	0,93	255,08	122,76	133,32	52,0
24	8456	2,67	0,87	351,91	114,84	237,07	67,3
35	9410	3,20	2,32	422,66	306,24	116,42	27,5
38	7237	3,37	1,25	444,84	165,00	276,84	60,1
40	5884	3,13	2,62	412,63	345,18	67,45	16,3
61	9455	4,21	2,98	555,98	393,36	162,62	29,2
54	6627	3,89	1,93	513,22	254,76	258,46	50,4
56	9191	3,87	2,28	510,71	300,83	209,88	41,1
68	12350	5,76	2,78	891,66	366,96	524,70	58,8
71	8238	3,82	1,33	504,77	175,56	329,21	65,2
В среднем	8238	3,58	1,79	472,66	236,93	235,63	48,9

Промытый участок, ввиду более легкого механического состава почвы, до 1948 г. был использован колхозами под посев хлопчатника, а в дальней-

шем, ввиду отсутствия профилактических промывок, засолился пятнами и в настоящее время засевается ячменем.

Весенне-летняя промывка была произведена с покровом риса. Под посев риса была выбрана северо-восточная, т. е. нижняя, часть участка. Ввиду сильной засоленности этого участка произвести посев риса в сухую почву без предварительной промывки было довольно рискованно. Поэтому была проведена предварительная промывка (с 20.III по 23.V). Посев производился в конце мая в стоячую воду проросшими семенами сорта «аккылчык».

Урожай на разных чеках от 7,8 до 14,8 ц/ га.

Эффективность промывки изучалась путем взятия исходных образцов почвы и образцов из метрового слоя почвы после промывки.

В результате промывки при норме 28 823 м³/га содержание сухого остатка в метровом слое снизилось с 3,15 до 1,28%, т. е. на 63%. Такое содержание солей в сульфатно-засоленных почвах Ширванской степи допускает посев других культур-освоителей в целях дальнейшей биологической мелиорации этих почв.

ВЫВОДЫ

1. Почвы средней зоны конуса выноса р. Геокчай можно отнести к сульфатному типу засоления, причем почвогрунты содержат в большом количестве мирабилит.

2. Ввиду хорошей растворимости мирабилита в воде при температуре свыше 15° весенне-летняя промывка дает удовлетворительный результат.

3. На легких приканавно-аллювиальных почвах весенняя промывка нормой в 6000—8000 м³/га снижает количество солей в метровом слое в течение одного сезона с 472,56 до 236,93 т/га, т. е. в два раза, причем, ввиду достаточной фильтрации почвогрунтов, вертикальная промывка чековым способом дает удовлетворительный эффект.

4. Весенне-летняя промывка нормой в 29 000 м³/га под покровом ~~леса~~ риса на чально-луговых тяжелых почвах способствует уменьшению солей с 409,75 до 159,60 т/га, т. е. на 63% от исходного засоления, и обеспечивает получение урожая от 7 до 14 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

Лукашевич С. И. Геологический очерк района Мингечаурской горловины на р. Куре. Тифлис, 1932.

Павловский Н. Н. Неравномерное движение грунтовых вод. Л., 1931.

Приклонский В. А. Гидрогеологический очерк низменности восточного Закавказья. Тифлис, 1932.

Тюремнов С. И. Почвы восточнозакавказской равнины. Баку, 1927.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

М. А. АГАМИРОВ, Т. Т. КОВТУН и Т. А. МАМЕДОВ

ПОДБОР НАИЛУЧШИХ КУЛЬТУР-ОСВОИТЕЛЕЙ НА ПРОМЫВНЫХ ПОЧВАХ ШИРВАНИ

Увеличение площадей под посевы трав, а в дальнейшем и хлопчатника в Ширванской степи требует промывки засоленных земель, обеспечивающей их освоение.

До последнего времени оставались невыясненными вопросы, как будут вести себя различные культуры-освоители на промывных почвах, какие из них наиболее солеустойчивы и больше препятствуют реставрации засоления в течение вегетационного периода, какие из них наиболее урожайны и пр.

Для выяснения этих вопросов в 1951 г. был заложен опыт на земельном участке Ширванской зональной опытной станции Азербайджанского научно-исследовательского института хлопководства.

Промывка засоленных почв была организована на площади 5 га, на трех участках. На участке, площадью 1,8 га, был заложен опыт по изучению эффективности органо-минеральных гранулированных удобрений на урожайность хлопчатника; на участке, площадью 1,8 га, высевался подсолнечник в целях хозяйственного освоения севооборотного поля и на участке, площадью 1,4 га, изучалось действие различных однолетних культур-освоителей на динамику солей в почвах после промывки. Обсуждению результатов последнего опыта и посвящена настоящая работа.

Промывка почв (без дренажа) проводилась с 16.II по 12.III 1951 г. чековым способом, нормой 5000 м³/га без сброса. До начала промывки содержание солей в грунтовых водах окружающего массива колебалось в пределах от 0,27—5,40 г/л. Исходное состояние опытного участка характеризуется данными анализа почв с контрольного участка (табл. 1).

Почвогрунты опытного участка можно отнести к категории среднезасоленных.

По механическому составу почвогрунты участка относятся к легкоглинистым и тяжелосуглинистым разностям; содержание гумуса в слое 0—20 см равно 2,33%, в слое 20—40 см 1,34%, а на глубине 40—60 см 0,98%. Объемный вес почвы в слое 0—180 см равен 1,26, удельный вес 2,65, порозность 53,17%.

Поры, занятые водой и воздухом, для слоя 0—180 см составляют 9540 м³/га $= \frac{1 \cdot 8 \cdot 10000 \cdot 53}{100}$, что дает возможность проводить промывки нормой не более 5000 м³/га, не нарушая обычного уровня грунтовой воды.

Таблица 1

Данные анализа сокращенных водных вытяжек с контрольного участка до промывки (в %)

Дата взятия проб 19.I 1950 г.

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Сухой остаток	HCO_3'	Cl'
1	0—100	1,25	0,004	0,030
	0—340	1,16	0,004	0,053
2	0—100	1,14	0,003	0,036
	0—340	1,26	0,002	0,049
3	0—100	1,17	0,003	0,035
	0—300	1,28	0,003	0,038
4	0—100	0,93	0,003	0,038
	0—300	1,38	0,003	0,034

Опыт с подбором различных культур-освоителей был заложен в однократной повторности; размер делянки $7{,}0 \times 140 = 980$ м².

За возделываемыми растениями проводились фенологические наблюдения. С этой целью посредине делянки в продольном направлении через каждые 10 м брались растения с 1 м² и учитывались вес сырой и сухой их массы, высота растений и число стеблей. Все определения проводились по всей длине делянки в 13 повторениях. При определении урожайности зеленой и сухой массы бралась средняя величина из 34 образцов.

Изучению подвергались следующие культуры: кунак красный, кунак желтый (близкие чумизе), могар красный, могар белый, чумиза, пайза безостая, пайза остистая, негритянское просо, кормовое просо, сахарное сорго, веничное сорго, суданка днепропетровская, суданка одесская и подсолнечник.

Промывка участка нормой 5000 м³/га проводилась 17.II—13.III 1951 г.; по мере подсыхания почвы внутри чеков с целью сохранения влаги производилось боронование.

После промывки способом затопления чеков удалить гребни, ограничивающие чеки, орудиями с тракторной тягой можно было только тогда, когда просыхал весь участок. Раньше всех подсыхали площади внутри чека, как наиболее повышенные по отношению к выемкам, проходившим возле валиков; вода у валиков и в канавах сохранилась длительное время.

Разровненный планировщиком ПМ участок был удобрен минеральными удобрениями из расчета действующего начала азота 100 кг/га и фосфора 150 кг/га.

Агротехнические условия проведения опыта: планировка участка после промывки 28.III, внесение удобрений 29.III.

Предпосевная обработка: дисковая борона + рычажная борона со спущенными зубьями 31.III, боронование конной бороной внутри чеков 25—27.III.

Посев четырехстрочной конной дисковой сеялкой 1.IV. Углубление поливных борозд конным культиватором 7.V. Поливы по бороздам без сброса 14.V и 7.VI. Прополка ручная, серпом 6.VI и 22.VI.

Взятие пробных снопов в момент молочной спелости на определение урожайности: кормового проса 11.VI; кунака красного, кунака желтого, могара красного, могара белого 19.VI; чумизы, пайзы безостой, пайзы остистой, негритянского проса 11.VII; сахарного сорго, веничного сорго 13.VII; суданки днепропетровской, суданки одесской и подсолнечника 17.VII.

Отава суданки днепропетровской, суданки одесской, сахарного сорго, веничного сорго была убрана 29.VIII, т. е. через 42 дня после первого укоса.

Промывка одновременно являлась предпосевным аратом.

К моменту посева влаги в почве в основном было достаточно, всходы были дружные, но на пересушенных площадках, внутри чеков, всходы оказались изреженными.

В момент посева влажность почвы в слое 0—10 см составляла 18,6%; в 0—30 см 22,8%; в 70 см 27,6%; на глубине одного метра вскрывалась грунтовая вода.

Содержание солей в почве под культурными освоителями приведено в табл. 2.

Таблица 2

Данные анализа сокращенных водных вытяжек после промывки (в %)

Дата взятия проб 31.III

Название культур	Сухой остаток	HCO_3'	Cl'
Кунак красный	0,26	0,006	0,011
Кунак желтый	0,32	0,005	0,035
Могар красный	0,49	0,005	0,012
Могар белый	0,50	0,004	0,011
Чумиза	0,66	0,004	0,004
Пайза безостая	0,53	0,004	0,006
Пайза остистая	0,50	0,004	0,014
Негритянское просо	—	—	—
Кормовое просо	—	—	—
Сахарное сорго	0,14	0,004	0,009
Веничное сорго	0,59	0,004	0,010
Суданка днепропетровская	—	—	—
Суданка одесская	0,77	0,004	0,012
Подсолнечник	0,75	0,004	0,012

Наибольший сухой остаток был в почвах на делянках, засеянных суданкой одесской, подсолнечником и чумизой. По нисходящей кривой идут веничное сорго, пайза безостая, пайза остистая, могар белый, могар красный, кунак желтый, кунак красный и сахарное сорго (образцы трех делянок выпали по различным техническим причинам).

Самое большое содержание хлора зафиксировано на делянке с кунаком желтым, наибольшая щелочность на делянке с кунаком красным.

Рост стебля, колошение и созре

Показатели	Кунак красный	Кунак желтый	Могар красный	Могар белый	Чумиза
Высота главного стебля 23.V, см	61,6	60,4	61,0	49,4	56,1
Дата молочной спелости	19.VI	19.VI	19.VI	19.VI	11.VII
Высота главного стебля в молочную спелость, см	114,0	117,1	111,3	108,6	137,0
Дата колошения	5.VI	5.VI	30.V	30.V	10.VI
Число дней от посева до колошения половины растений	36	36	61	61	71
Дата созревания	30.VI	30.VI	30.VI	30.VI	25.VI

Фаза созревания у негритянского проса растянута от 30.VI до августа.

За вегетационный период все культуры получили только два полива. Поливы проводились по бороздам. Ввиду того что площадь участка недостаточно была спланирована, особенно после проведения промывки по чекам, после оседания почвы на засыпанных канавах образовались западины и повышения, которые были причиной разливов воды из борозд. При поливе борозды часто заливались и достигнуть равномерного увлажнения почвы было невозможно. Фактически поливная норма первого полива 710,0 м³/га, второго 523 м³/га, оросительная норма 1233,0 м³/га.

После первого полива (14.V) на высохших ко времени посева площадках появились всходы. В июне почти вся осваиваемая площадь была затенена густым стеблестоем культур-освоителей.

Рост растений измерялся два раза за вегетацию: один 23.V для всех сортов и другой в молочную спелость, когда брали образцы зеленой массы (табл. 3).

Наибольший рост главного стебля культур в первое определение 23.V был у суданки днепропетровской (69,0 см), подсолнечника (64,6 см), кунаков красного (61,6 см) и желтого (60,4 см). Наименьший рост был у сахарного сорго. По глазомерному определению наилучший покров создали кунаки, пайзы и чумиза. На этих делянках было ровное и полное затенение. Сахарное сорго и суданка одесская вначале отставали в росте, чувствовалось некоторое угнетение растений, но после первого полива они не только догнали в росте все остальные сорта, но значительно их опередили.

Выбрасывание метелок началось у всех культур не в одно время. В табл. 3 указано время наступления массового колошения. Раньше всех началось колошение у кормового проса и позже всех у сахарного и веничного сорго.

Для затенения почвы от горячих лучей солнца в целях уменьшения ее испарения и предупреждения реставрации соленакопления важно учесть, как долго культура остается на участке, как долго в весенне-летний период культура затеняет промытую почву. В нашем случае самое продолжительное затенение отмечено: у суданки, которая без полива даже после уборки на семена дает обильную отаву, как и первый укос; у сорго сахарного и веничного — эти культуры затеняют почву в течение

кие возделываемых культур

Таблица 3

Пайза 12	Пайза 13	Негритянское просо	Кормовое просо	Сахарное сорго	Веничное сорго	Суданка днепропетровская	Суданка одесская	Подсолнечник
48,2	53,3	50,5	44,5	35,0	45,6	69,0	57,9	64,6
11.VII	11.VII	11.VII	11.VI	13.VII	13.VII	13.VII	17.VII	17.VII
134,0	120,5	191,5	68,7	221,0	155,5	165,6	178,8	183,4
9.VI	9.VI	5.VI	12.V	15.VI	15.VI	30.V	30.V	—
70	70	70	36	43	76	76	61	—
23.VI	23.VI	—	16.VI	14.VIII	14.III	25.VII	25.VII	10.VIII

136 дней до созревания семян и дают значительную отаву после уборки на семена; у подсолнечника, который затеняет почву в течение 132 дней до уборки на семена. Наименьший вегетационный период имеет кормовое просо.

В молочную спелость каждой культуры определялся урожай зеленой и сухой массы (табл. 4). Как видно, наибольший урожай зеленой массы и хорошую отаву дают сахарное сорго, суданка одесская, суданка днепропетровская, веничное сорго.

Таблица 4

Урожай зеленой и сухой массы

Наименование культур	Урожай, ц/га		Выход сухой массы, %	Отава, ц/га		Выход сухой массы, %
	зеленая масса	сухая		зеленая масса	сухая	
Кунак красный	181	65	36,0	—	—	—
Кунак желтый	230	80	34,8	—	—	—
Могар красный	168	64	38,1	—	—	—
Могар белый	160	55	34,4	—	—	—
Чумиза	215	77	37,9	—	—	—
Пайза безостая	243	81	33,4	—	—	—
Пайза остистая	250	88	35,2	—	—	—
Негритянское просо	263	106	40,3	—	—	—
Кормовое просо	82	314	41,4	—	—	—
Веничное сорго	210	84	40,0	41	16,0	59,6
Суданка днепропетровская	137	50	41,7	129	54,9	42,5
Суданка одесская	210	94	44,9	173	65,0	37,5
Подсолнечник	518	190	36,7	—	—	—
Сахарное сорго	418	179	42,80	71	29,6	41,7

Способность культур давать отаву указывает на большую воспроизводительную способность побегов даже после скашивания на семена, а также на солеустойчивость и засухоустойчивость данных культур. Из них особенно ценна суданская трава.

Из культур, не давших отавы, наибольший урожай отмечен у подсолнечника, негритянского проса и пайзы. В табл. 5 приведены данные о величине воздушно-сухой массы корней.

Таблица 5

Количество воздушно-сухой массы корней (в ц/га) различных однолетних кормовых культур-освоителей в 0—40 см слое почвы

Дата определения 23.VII 1951 г.

Название культур	Крупные и средние корни	Мелкие корни	Всего
Кунак красный	10,80	10,40	21,20
Кунак желтый	5,49	11,86	17,35
Могар красный	14,00	6,45	20,45
Могар белый	5,84	7,48	13,32
Чумиза	5,52	7,94	13,46
Пайза безостая	7,16	8,24	15,40
Пайза остистая	18,40	4,80	23,20
Негритянское просо	18,00	9,92	27,92
Кормовое просо	13,60	4,80	18,40
Сахарное сорго	24,00	7,90	31,90
Веничное сорго	13,60	11,20	24,80
Суданка днепропетровская	24,60	9,60	34,20
Суданка одесская	16,80	14,00	30,80

Наибольшее количество корней накапливается в почве с суданской травой, сахарным и веничным сорго, негритянским просо, пайзой остистой и кунаком красным. Мелких корней больше всего дают суданка днепропетровская, веничное сорго и кунаки. Наилучший урожай семян дали кунак, веничное сорго, чумиза и суданки (табл. 6).

Таблица 6

Урожай семян культур-освоителей (в ц/га)

Кунак красный	Кунак желтый	Могар красный	Могар белый	Чумиза	Пайза безостая	Пайза остистая
25,47	25,62	14,50	13,40	22,30	14,50	8,55
Негритянское просо	**Кормовое просо**	**Сахарное сорго**	**Веничное сорго**	**Суданка днепропетровская**	**Суданка одесская**	**Подсолнечник**
—	8,15	16,70	23,88	15,80	18,78	18,80

Семян негритянского проса получить не удалось вследствие склевывания их на корню птицами. Потере семян способствовало также неодновременное выбрасывание метелок и неравномерное поэтому поспевание семян этой культуры.

Таблица 7

Данные (в %) анализов сокращенных водных вытяжек из метрового слоя почвы под культурами-освоителями

Дата определения 23.VII 1951 г.

Название культур	Сухой остаток	HCO_3'	Cl'
Кунак красный	0,18	0,004	0,007
Кунак желтый	0,37	0,005	0,007
Могар красный	0,22	0,005	0,009
Могар белый	0,51	0,004	0,010
Чумиза	0,40	0,004	0,003
Пайза безостая	0,22	0,003	0,003
Пайза остистая	0,27	0,004	0,007
Негритянское просо	0,43	0,003	0,008
Кормовое просо	0,49	0,003	0,010
Сахарное сорго	0,13	0,003	0,001
Веничное сорго	0,31	0,003	0,001
Суданка днепропетровская	0,39	0,003	0,011
Суданка одесская	0,36	0,003	0,009
Подсолнечник	0,38	0,004	0,013

Для изучения влияния культур-освоителей на динамику солей в почве были проанализированы почвенные образцы, взятые с участка в момент уборки урожая культур на семена (табл. 7).

Наибольшее опреснение метрового слоя почвы происходит под пайзой безостой, суданкой одесской, подсолнечником, пайзой остистой и веничным сорго (табл. 8). Могар красный хотя и опресняет почву, но есть опасение, что в дальнейшем он может оказаться засорителем полей. Для выяснения причин изреженности высеянных культур были взяты для анализа почвенные образцы с пятен, не имеющих всходов. Полученные данные приведены в табл. 9.

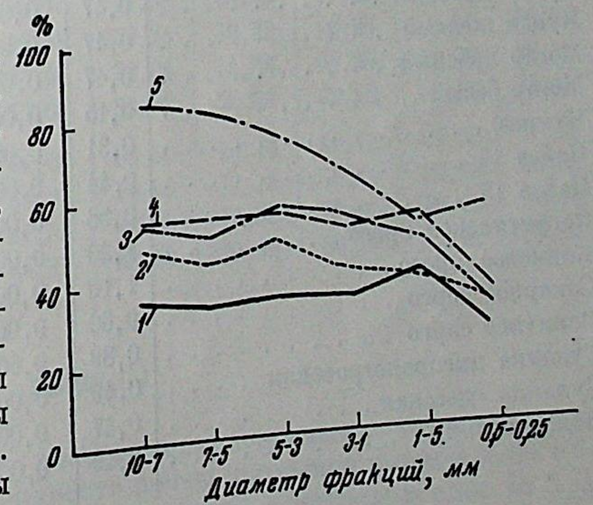


Рис. 1. Количество водопрочных агрегатов под различными травами.

1 — перегар; *2* — хлопчатник; *3* — суданка днепропетровская; *4* — суданка одесская; *5* — овсяный луг + люцерна.

Из табл. 9 видно, что причиной неполучения всходов могут быть два фактора: неровности микрорельефа, не обеспечившие равномерного увлаж-

Таблица 8

Рассоляющее действие культур

Название культур	Сухой остаток, %		Рассоление, %
	до посева культур 31.III	после уборки урожая 23.VII	
Кунак красный	0,26	0,18	30,8
Кунак желтый	0,32	—	—
Могар красный	0,49	0,22	55,3
Могар белый	0,50	0,31	38,0
Чумиза	0,66	0,40	39,4
Пайза безостая	0,53	0,22	58,5
Пайза остистая	0,50	0,27	46,0
Негритянское просо	—	0,43	—
Кормовое просо	—	0,49	—
Веничное сорго	0,59	0,31	45,7
Суданка днепропетровская	—	0,39	—
Суданка одесская	0,77	0,36	53,2
Подсолнечник	0,75	0,38	49,3

Таблица 9

Данные (в %) анализа сокращенных водных вытяжек из 0—40 см слоя почв на засоленных пятнах без всходов под различными освоителями

Дата определения 23.VII 1951 г.

Наименование растений	Сухой остаток	HCO_3'	Cl'	Причина отсутствия всходов
Кунак красный	0,47	0,005	0,007	Неровности микрорельефа
Кунак желтый	0,47	0,006	0,007	
Могар красный	0,47	0,007	0,007	
Могар белый	0,15	0,005	0,007	
Чумиза	0,31	0,004	0,011	
Пайза 12	0,44	0,003	0,007	
Пайза 13	0,36	0,004	0,007	
Негритянское просо	1,20	0,004	0,007	Высокая концентрация солей
Кормовое просо	1,10	0,005	0,011	
Сахарное сорго	0,60	0,004	0,009	
Веничное сорго	0,89	0,003	0,009	
Суданка днепропетровская	0,49	0,002	0,007	Неровности микрорельефа
Суданка одесская	0,47	0,003	0,007	
Подсолнечник	0,49	0,004	0,010	

нения почвы, и большое содержание солей в пахотном и подпахотном горизонтах.

Однолетние культуры, оставляя в почве определенное количество корней за период своей вегетации, несомненно влияют на структуру

почвы, особенно на содержание водопрочных агрегатов. С этой целью определялись количества отдельных водопрочных агрегатов методом качания сит (прибор Бахшеева). Результаты полученных данных и сравнение их с почвами из-под хлопчатника, травосмеси и перелога приведены в табл. 10. Как видно, на перегаре (позднем пару после промывки) водопрочных агрегатов меньше всего. Водопрочность агрегатов возрастает от почв на перегаре к почвам под хлопчатником, затем под суданкой; наибольшее количество водопрочных агрегатов — в почвах из-под травосмеси многолетних трав после двухгодичного стояния.

Таблица 10

Количество водопрочных агрегатов под различными культурами в процентах по фракциям почвы

Дата определения 10/XI 1951 г.

Полосы	Глубина взятия образца, см	Диаметр фракции, мм					
		10—7	7—5	5—3	3—1	1—0,5	0,5—0,25
Перегар (поздний пар)	0—10	39,14	31,60	37,71	30,85	42,94	22,61
	10—20	34,37	33,64	34,94	35,40	41,42	22,73
	20—30	29,84	36,93	32,91	36,91	37,60	28,30
	0—30	34,85	33,72	35,85	34,39	40,65	24,56
Хлопчатник	0—10	40,94	44,69	46,79	40,50	40,56	32,02
	10—20	46,89	47,46	50,10	41,01	42,0	31,51
	20—30	50,04	48,11	59,39	43,81	43,37	31,04
	0—30	48,93	45,03	49,09	41,74	39,01	31,52
Суданка днепропетровская	0—10	43,11	39,05	50,39	47,16	43,20	30,40
	10—20	65,24	58,25	65,76	61,38	53,90	34,18
	20—30	55,97	56,20	55,57	54,78	49,50	30,17
	0—30	54,40	51,20	57,42	54,44	48,88	31,57
Суданка одесская	0—10	40,76	44,58	48,10	41,82	52,0	32,15
	10—20	49,48	49,35	50,32	46,90	52,36	36,20
	20—30	74,94	72,04	71,36	68,83	59,76	38,12
	0—30	55,06	55,32	56,59	52,52	54,87	35,49
Овсяница-люцерна	0—10	84,00	83,56	70,42	50,72	57,82	50,02
	10—20	83,23	84,90	77,13	78,14	59,08	64,02
	20—30	87,53	81,88	71,36	73,02	78,02	58,16
	0—30	84,81	83,90	76,48	66,74	53,30	57,43

ВЫВОДЫ

1. В условиях залегания слабоминерализованных грунтовых вод на глубине 2,50—3,50 м от поверхности почвы промывка нормой 5000 м³/га без дренажа способствовала уменьшению солей в метровом слое от 1,0—1,5% до 0,2—0,8%.

2. Посеянные культуры-освоители как фитомелиораторы не только предупреждают реставрацию солей после промывки, но способствуют некоторому опреснению почв за период своей вегетации.

3. Наиболее солеустойчивыми и засухоустойчивыми среди испытанных культур-освоителей оказались подсолнечник, сахарное и веничное сорго и сорта суданской травы.

4. По накоплению корней наилучшими оказались сорта суданской травы, сорго, негритянское просо, пайза остистая и кунак красный.

По урожайности семян лучшими оказались кунаки, веничное сорго, чумиза, подсолнечник, суданка одесская и сахарное сорго.

5. Создание запаса влаги в почве во время промывок обеспечило получение высоких урожаев зеленой массы, семян и в некоторых случаях отавы культур-освоителей при двух вегетационных поливах; при низком залегании грунтовых вод для создания запасов влаги в почве эти культуры для получения нормального урожая требуют не менее трех-четырех поливов.

Для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур в условиях орошаемого хозяйства Ширвани необходимо обеспечить почвогрунты максимальным запасом влаги за осенне-зимний период.

6. Наименьшее количество водопрочных агрегатов обнаруживается в перегаре (в позднем пару после промывки) и в почве под хлопчатником. Под травами, в зависимости от массы накопленных корней в 0—30-см слое почвы, количество водопрочных агрегатов возрастает. Наибольшее количество их обнаруживается в почве после двухлетнего стояния травосмесей многолетних трав. Однолетние кормовые культуры занимают промежуточное положение.

7. В целях обеспечения животноводства в Ширвани сочными кормами и для биологического способа борьбы с засолением в качестве культур-освоителей следует рекомендовать расширение посевных площадей таких культур, как суданская трава, особенно одесская, сорго, пайза, чумиза, кунак и подсолнечник (на силос). Негритянское просо хотя и оставляет в почве до 27 ц/га корней и дает более 223 ц/га зеленой массы, но, ввиду трудности сохранения его семян на корню вследствие склевывания их птицами, не может быть рекомендовано в производство.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

М. А. АГАМИРОВ и М. Б. КУЛИЕВ

О СРОКАХ ПОСЕВА И ПОДБОРЕ КОМПОНЕНТОВ ТРАВОСМЕСИ НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ ШИРВАНИ

Почвенно-климатические условия Азербайджана чрезвычайно разнообразны, в связи с чем для отдельных районов рекомендуются различные сроки посева трав. На каштановых почвах западной части Азербайджана Турцева (1949, 1950) наилучшим считает сентябрьский срок посева трав. На дренированных аллювиально-лугово-солончаковых почвах северной Мугани Варунцян (1950) в целях получения высокого урожая рекомендует весенний срок посева трав.

В сухих и жарких климатических условиях Ширвани при наличии комплекса засоленных и незасоленных почв вопрос о сроках посева трав не был изучен.

Травы должны играть роль фитомелиоратора. По данным Волобуева (1948), площадь засоленных и заболоченных земель, нуждающаяся в мелиорации, достигает 47,3% общей площади Азербайджана. В зависимости от степени засоленности и гидрогеологических условий эти почвы могут быть оздоровлены физическим и химическим методами мелиорации. Для освоения слабо- и среднезасоленных земель особенно важное значение имеет биологический способ мелиорации — путем посева трав в сочетании с другими агротехническими приемами. Для выяснения наиболее перспективных компонентов травосмеси, сроков посева и влияния этих трав на рассоление почв в Уджарском районе были в 1949—1951 гг. заложены опыты на территории Ширванской зональной опытной станции. Опыты закладывались на тяжелых, слабозасоленных, чально-луговых почвах с близким залеганием фильтрационных грунтовых вод, содержащих 0,5—2,0 г/л сухого остатка. Общий уклон местности направлен с запада на восток, причем первая лента (I—II повторения) опытных участков имеет более заметный уклон (0,01), чем вторая (III и IV повторения), имеющая уклон 0,006.

Полевые опыты с осенним сроком посева травосмесей закладывались в сентябре и октябре[1] 1949 г. по следующей схеме: 1) ежа сборная + + люцерна, 2) дикорастущая многолетняя рожь + люцерна, 3) овсяница луговая + люцерна, 4) тимофеевка + люцерна, 5) дикорастущая многолетняя рожь + эспарцет + люцерна, 6) ежа сборная + люцерна под

---

[1] Октябрьский срок посева по причине позднего получения всходов и неблагоприятных климатических условий 1949—1950 гг. полностью погиб.

покровом пшеницы «шарк», 7) дикорастущая многолетняя рожь + + шабдар + люцерна.

Опыт по весеннему сроку посева был заложен в марте 1950 г. Все опыты — с четырехкратной повторностью. Площадь опытной делянки 180 м².

ОПЫТ I. ОСЕННИЙ (СЕНТЯБРЬСКИЙ) СРОК ПОСЕВА

В 1949 г. участок был занят подсолнечником. Очистка его от стеблей подсолнечника произведена 7.VIII 1949 г. Вспашка участка на глубину 25 см произведена 1.IX; боронование, легкая планировка рельсовым утюгом и арат (предпосевной полив) 11—13.IX; чизелевание с последующим боронованием при поспевании аратованного участка 20.IX. Для окончательной разделки глыб почвы применялся кольчатый каток. Посев трав 22.IX. За первый год вегетации трав на участке проведено шесть поливов.

Поливы	Срок	Норма, м³/га
Первый	5—6.XI 1949 г.	—
Второй	28.II 1950 г.	—
Третий	13.V	722
Четвертый	31.VII	632
Пятый	13.VIII	670
Шестой	12.IX	973

Таким образом, с 13.V по 12.IX 1950 г. участок получил 2997 м³/га оросительной воды. Если к этому прибавить количество поливных вод первого и второго поливов, которые не были учтены, то можно считать, что оросительная норма составляла примерно 4000—5000 м³/га за первый год вегетации. Такая оросительная норма в комплексе других агротехнических приемов должна оказать опресняющее влияние на верхний метровый слой засоленных почв. Для подтверждения этого были заложены по два шурфа на каждом варианте опыта и через каждые 20 см до глубины одного метра взяты почвенные образцы в двух повторениях. Результаты анализа почв исходного состояния после годичного и двухгодичного стояния трав приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные анализа (в %) сокращенных водных вытяжек до посева к концу первого и второго года жизни трав. Травосмесь осеннего срока посева

Варианты	Глубина взятия образца, см	Сухой остаток	3.IX 1949		Сухой остаток	10.XI 1950		Сухой остаток	15.XI 1951	
			HCO_3	Cl		HCO_3	Cl		HCO_3	Cl
Ежа сборная + + люцерна	0—20	1,20	0,055	0,026	0,39	0,046	0,002	0,09	0,004	0,001
	20—40	1,45	0,050	0,026	0,54	0,044	0,003	0,10	0,004	0,001
	40—60	2,20	0,049	0,024	0,41	0,044	0,003	0,10	0,004	0,001
	60—80	2,40	0,049	0,022	0,04	0,038	0,005	0,09	0,004	0,001
	80—100	3,29	0,045	0,021	0,06	0,034	0,006	0,08	0,004	0,001
	0—100	2,11	0,050	0,024	0,28	0,041	0,004	0,09	0,004	0,001

Таблица 1 (окончание)

Варианты	Глубина взятия образца, см	Сухой остаток	3.IX 1949		Сухой остаток	10.XI 1950		Сухой остаток	15.XI 1951	
			HCO_3	Cl		HCO_3	Cl		HCO_3	Cl
Многолетняя рожь+люцерна	0—20	1,10	0,071	0,016	0,19	0,038	0,003	0,09	0,004	0,001
	20—40	1,20	0,070	0,015	0,49	0,038	0,004	0,11	0,004	0,001
	40—60	2,10	0,064	0,012	0,36	0,034	0,005	0,07	0,004	0,002
	60—80	2,29	0,054	0,012	0,29	0,032	0,006	0,09	0,004	0,002
	80—100	3,00	0,048	0,012	0,47	0,029	0,009	0,08	0,003	0,002
	0—100	1,94	0,061	0,014	0,36	0,034	0,005	0,08	0,004	0,002
Овсяница луговая + люцерна	0—20	1,50	0,073	0,041	0,25	0,042	0,004	0,09	0,004	0,001
	20—40	1,60	0,063	0,035	0,40	0,039	0,005	0,09	0,004	0,002
	40—60	2,33	0,070	0,022	0,20	0,033	0,006	0,09	0,004	0,002
	60—80	2,60	0,059	0,019	0,21	0,027	0,007	0,09	0,004	0,002
	80—100	3,09	0,049	0,019	0,41	0,027	0,008	0,09	0,003	0,002
	0—100	2,25	0,063	0,027	0,30	0,033	0,007	0,09	0,004	0,002
Тимофеевка + люцерна	0—20	1,83	0,073	0,021	0,44	0,043	0,003	0,11	0,004	0,001
	20—40	1,39	0,062	0,020	0,27	0,039	0,003	0,09	0,004	0,001
	40—60	2,00	0,060	0,017	0,03	0,031	0,004	0,08	0,004	0,001
	60—80	2,22	0,049	0,017	0,47	0,028	0,009	0,07	0,004	0,001
	80—100	2,41	0,045	0,015	0,53	0,024	0,008	0,09	0,003	0,001
	0—100	2,00	0,058	0,018	0,34	0,033	0,005	0,09	0,004	0,001
Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	0—20	1,03	0,062	0,006	0,44	0,036	0,004	0,07	0,004	0,001
	20—40	1,40	0,050	0,007	0,71	0,027	0,005	0,08	0,004	0,001
	40—60	2,30	0,043	0,007	—	—	—	0,10	0,004	0,001
	60—80	2,13	0,037	0,007	—	—	—	0,09	0,003	0,001
	80—100	2,51	0,037	0,006	0,07	0,026	0,009	0,10	0,003	0,001
	0—100	1,87	0,046	0,006	0,04	0,029	0,006	0,09	0,004	0,001
Ежа сборная+люцерна, под покровом пшеницы «шарк»	0—20	0,53	0,070	0,012	0,14	0,040	0,001	0,07	0,004	0,001
	20—40	0,47	0,058	0,012	0,14	0,033	0,003	0,09	0,003	0,001
	40—60	0,31	0,056	0,012	0,32	0,024	0,004	0,09	0,003	0,002
	60—80	0,29	0,049	0,012	0,47	0,024	0,006	0,10	0,003	0,002
	80—100	0,28	0,043	0,012	0,59	0,093	0,007	0,10	0,003	0,002
	0—100	0,37	0,055	0,012	0,33	0,029	0,004	0,09	0,003	0,002
Многолетняя рожь+шабдар+ + люцерна	0—20	0,25	0,053	0,007	0,21	0,048	0,004	0,08	0,004	0,001
	20—40	0,33	0,057	0,007	0,23	0,037	0,005	0,08	0,004	0,001
	40—60	0,37	0,048	0,007	0,32	0,031	0,005	0,10	0,003	0,002
	60—80	0,34	0,045	0,006	0,48	0,031	0,007	0,09	0,003	0,002
	80—100	0,37	0,045	0,056	0,29	0,018	0,007	0,07	0,003	0,002
	0—100	0,33	0,050	0,066	0,30	0,033	0,004	0,08	0,004	0,002

Из табл. 1 видно, что содержание сухого остатка, хлора и общей щелочности почв в исходном состоянии сильно варьировало. В пахотном и подпахотном горизонтах сухой остаток иногда доходил до 1,83%, а после 6-кратных поливов и годичного стояния трав сильно снизился и доходил до десятых долей процента.

В составе сухого остатка представлены главным образом сульфаты, а не хлориды; снижение содержания хлора и уменьшение сухого остатка в результате поливов происходят более интенсивно, чем падение общей щелочности. Во втором (1951) году стояния травосмесей опытный участок получил пять поливов, количество оросительной воды не было учтено. Поливы и укосы проводились в следующие сроки:

Полив	Срок	Укос	Срок
Первый	19.IV 1951 г.	Первый	6.V 1951 г.
Второй	11.V	Второй	6.VI
Третий	29.VI	Третий	9.VII
Четвертый	4.VII	Четвертый	23.VIII
Пятый	8.IX	Пятый	8.X

При сравнении данных анализа водных вытяжек, взятых 15.XI 1951 г., с данными анализа почв, взятых 10.XI 1950 г., наблюдается уменьшение количества общей щелочности, хлора и сухого остатка по всем вариантам опыта.

Двухгодичное стояние травосмесей в сочетании с поливами способствовало более интенсивному опреснению среднезасоленных почв, чем однолетнее стояние.

Таким образом, однолетнее стояние культуры, в особенности на засоленных почвах Ширвани, не обеспечивает достаточного опреснения почвогрунтов и восстановления плодородия почв.

Хорошим показателем восстановления плодородия засоленных почв служит состояние посеянных трав: их рост, густота, урожай сена и развитие корневой системы.

Измерение роста проводилось в течение двух лет перед каждым укосом на всех четырех повторениях; для измерения брали по 20 растений на каждом варианте опыта (табл. 2).

Наибольший рост всех отдельных компонентов травосмеси наблюдался на III и на IV повторениях опытного участка, где местность имела незначительный уклон. Наилучший рост и развитие всех видов трав, исключая однолетние, наблюдались на втором году вегетации. Более высокий рост имели люцерна и эспарцет, а из рыхлокустовых злаков — многолетняя рожь, овсяница луговая и ежа сборная. Тимофеевка в первый год жизни отставала в росте и на второй год вегетации выпала из травостоя.

Число растений по укосам изучалось методом откопки монолитов с площади 50×50 см в двукратной повторности по вариантам опыта (табл. 3).

По всем вариантам опыта число растений бобовых и злаковых компонентов при сравнении первого укоса с укосом к концу жизни первого года стояния незначительно уменьшилось.

Ввиду того что в первый год травостоя участок был оставлен на семена, по всем вариантам опыта местами наблюдался самосев, что способствовало некоторому увеличению в травостое осеменившихся компонентов. Сопоставляя количество растений бобовых и злаковых, оставшихся к концу второго года жизни, с числом растений в первом укосе первого года стояния, можно сказать, что оба компонента изреживаются

Таблица 2

Высота растений (в см) в травосмесях сентябрьского срока посева

Повторение	Люцерна	Эспарцет	Шабдар	Многолетняя рожь	Ежа сборная	Тимофеевка	Овсяница луговая	Пшеница «шарк»
Первого года стояния								
Первый укос 29.V 1950 г.								
I–II	50	45	56	38	28	18	37	80*
III–IV	81	65	95	77	66	29	67	91
Второй укос 29.VIII 1950 г.								
I–II	46	26	—	29	35	21	23	—
III–IV	74	31	—	33	34	26	29	—
Третий укос 20.X 1950 г.								
I–II	48	40	43	30	29	18	31	—
III–IV	66	51	46	39	32	26	34	—
Второго года стояния								
Первый укос 6.V 1951 г.								
I–II	68	72	—	36	39	—	47	—
III–IV	96	92	85	42	87	—	73	—
Второй укос 6.VI 1951 г.								
I–II	62	78	—	59	27	—	28	—
III–IV	72	90	—	66	31	—	37	—
Третий укос 9.VII 1951 г.								
I–II	33	48	—	24	30	—	25	—
III–IV	60	48	—	36	42	—	36	—
Четвертый укос 23.VIII 1951 г.								
I–II	40	—	—	—	27	—	23	—
III–IV	69	—	—	—	32	—	31	—
Пятый укос 8.X 1951 г.								
I–II	42	35,5	—	—	36	—	37	—
III–IV	41	44,0	—	—	30	—	33	—

* Замер роста пшеницы «шарк» производился один раз перед первым укосом.

незначительно; исключение для злаков составляли многолетняя рожь и тимофеевка, которые к концу второго года жизни полностью выпали,

Число растений бобовых и злаковых компонентов

Варианты	Первый укос 29.V 1950 г.		Второй 29.VIII		Третий 20.X	
	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых
Первая лента						
Ежа сборная + люцерна	336	412	298	236	122	288
Многолетняя рожь + люцерна	370	140	284	28	134	72
Овсяница луговая + люцерна	260	938	238	520	144	176
Тимофеевка + люцерна	326	208	280	56	146	32
Многолетняя рожь + эспарцет + + люцерна	324 люц. / 130 эсп.	328	218 люц. / 46 эсп.	50	151 люц. / 62 эсп.	52
Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	398	76 люц. / 212 «шарк»	220	134	146	110
Многолетняя рожь + шабдар + люцерна	214 люц. / 182 шабд.	196	286	20	156 люц.	50
Вторая лента						
Ежа сборная + люцерна	156	370	202	356	114	298
Многолетняя рожь + люцерна	252	106	240	28	140	56
Овсяница луговая + люцерна	188	200	252	178	118	180
Тимофеевка + люцерна	190	130	262	104	138	86
Многолетняя рожь + эспарцет + + люцерна	126 люц. / 82 эсп.	166	150 люц. / 24 эсп.	18	102 люц. / 92 эсп.	52
Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	456	154 эсп. / 274 шабд.	240	182	96	102
Многолетняя рожь + шабдар + люцерна	98 / 162 шабд.	120	178	24	94 люц.	52

Учет урожая зеленой массы и сена проводился с квадратного метра с четырехкратной повторностью перед каждым укосом. Урожайные данные первого года жизни трав приводятся в табл. 4.

Из табл. 4. видно, что если исключить однолетние культуры (шабдар и пшеницу «шарк»), то первое место по урожайности сена займет ежа сборная в смеси с люцерной, дающая урожай 63,57 ц/га на первой ленте, 84,9 ц/га на второй, и многолетняя рожь с люцерной, дающая 57,87 ц/га на первой ленте и 100,34 ц/га на второй. Наибольшая разница в урожае в пользу спокойного рельефа и отсутствия уплотненного подпахотного слоя получается у многолетней ржи с люцерной.

На второй год вегетации трав из двухчленных компонентов травосмеси за пять укосов больший урожай на первом и втором повторениях[1] получен на вариантах — многолетняя рожь + люцерна и овсяница луговая + люцерна. Из трехчленных травосмесей — многолетняя рожь + + эспарцет + люцерна и ежа сборная под покровом пшеницы «шарк».

По третьему и четвертому повторениям из двухчленных компонентов наибольший урожай дали варианты ежа + люцерна и многолетняя рожь + + люцерна.

Из трехчленных компонентов высокий урожай получился на варианте многолетняя рожь + шабдар + люцерна. Разница в урожае в пользу спокойного рельефа и отсутствия уплотненного горизонта наибольше выражена на варианте ежа сборная + люцерна (табл. 5).

При сравнении урожайных данных по всем укосам первого и второго года жизни трав урожай второго года значительно превышал урожай первого. На снижении урожая первого года сказалось оставление участка на первом укосе на семена. По урожайности сена за два года из двухчленных травосмесей преимущество было за вариантом рожь + люцерна и ежа + люцерна, а из трехчленных за вариантом ежа + люцерна под покровом пшеницы «шарк» (табл. 6).

[1] Ввиду наличия значительного уклона и уплотненного подпахотного слоя на первом и втором повторениях эти повторения нехарактерны.

...травосмесях сентябрьского срока посева (на 1 м²) Таблица 3

Первый укос 6.V 1951 г.		Второй 6.VI		Третий 9.VII		Четвертый 22.VIII		Пятый 8.X	
бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых
...I и II повторения)									
120	464	238	402	202	434	154	388	208	328
242	89	216	92	208	60	198	—	218	—
155	753	160	452	164	360	118	406	176	372
210	—	416	—	358	—	216	—	258	—
212 люц. / 112 эсп.	—	292 люц. / 200 эсп.	84	256 люц. / 94 эсп.	52	176 люц. / 20 эсп.	—	252 люц. / 40 эсп.	—
126	476	280	372	220	540	130	526	210	332
...III и IV повторения)									
159	640	152	552	180	584	118	314	192	390
191	49	252	96	274	106	130	—	280	—
68	406	108	460	180	401	100	338	192	370
130	—	253	—	300	—	154	—	274	—
76 люц. / 48 эсп.	70	132 люц. / 97 эсп.	56	188 люц. / 124 эсп.	60	120 люц. / 18 эсп.	—	200 люц. / 18 эсп.	—
57	181	136	356	166	430	108	410	186	352
75 люц. / 36 шабд.	47	252 люц.	64	200 люц.	72	130 люц.	—	214 люц.	—

Таблица 4

Урожай сена (в ц/га) различных травосмесей сентябрьского срока посева за первый год вегетации

Повторение	Ежа сборная + люцерна	Многолетняя рожь + люцерна	Овсяница луговая + люцерна	Тимофеевка + люцерна	Многолетняя рожь + люцерна	Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	Многолетняя рожь + шабдар + люцерна
Первый укос 29.V 1950 г.							
I—II	22,00	24,50	24,70	10,35	26,75	70,00	22,50
III—IV	31,20	45,60	29,60	29,50	44,70	98,50	51,70
Второй укос 29.VIII 1950 г.							
I—II	26,25	18,75	14,45	17,90	12,40	14,25	12,70
III—IV	29,30	22,50	19,20	29,50	19,50	17,80	14,00
Третий укос 20.X 1950 г.							
I—II	15,32	14,62	13,60	9,25	9,90	17,30	13,52
III—IV	24,40	22,24	27,00	25,50	48,50	101,50	19,33
Урожаи за три укоса по первой ленте (I—II повторения)	63,57	57,87	52,75	37,50	48,50	101,50	48,72
Урожаи за три укоса по второй ленте (III—IV повторения)	84,90	100,34	57,70	81,50	81,33	133,00	85,03
Разница в урожае в пользу участка со спокойным рельефом и отсутствием уплотненного горизонта	21,33	42,47	22,95	44,00	32,83	31,50	36,31

Таблица 5

Урожай сена (в ц/га) различных травосмесей сентябрьского срока посева второго года жизни по пяти укосам

Повторение	Ежа сборная + люцерна	Многолетняя рожь + люцерна	Овсяница луговая + люцерна	Тимофеевка + люцерна	Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	Многолетняя рожь + шабдар + люцерна
Первый укос 6.V 1951 г.							
I—II	48,90	40,20	49,80	49,80	71,25	67,90	58,55
III—IV	85,50	81,45	86,45	71,35	90,50	81,20	105,35
Второй укос 6.VI 1951 г.							
I—II	29,30	49,25	34,25	38,50	37,00	38,75	38,75
III—IV	41,00	43,00	35,50	37,00	33,75	49,70	38,00

Таблица 5 (окончание)

Повторение	Ежа сборная + люцерна	Многолетняя рожь + люцерна	Овсяница луговая + люцерна	Тимофеевка + люцерна	Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	Многолетняя рожь + шабдар + люцерна
Третий укос 9.VII 1951 г.							
I—II	18,50	19,75	18,65	19,00	23,50	24,25	23,35
III—IV	57,00	58,50	58,00	55,50	51,00	46,00	49,25
Четвертый укос 22.VIII 1951 г.							
I—II	24,30	24,50	27,50	22,50	22,50	20,70	24,50
III—IV	44,45	40,50	34,70	37,00	37,25	34,00	36,00
Пятый укос 8.X 1951 г.							
I—II	17,50	14,50	16,70	11,90	15,05	14,30	15,05
III—IV	23,80	16,70	22,10	11,40	15,40	17,30	16,35
Урожаи за пять укосов по первой ленте (I—II повторения)	138,50	148,20	146,90	141,70	169,30	165,90	150,20
Урожаи за пять укосов по второй ленте (III—IV повторения)	251,75	240,15	236,75	212,25	228,90	228,20	244,95
Разница в укосе в пользу участка со спокойным рельефом	113,25	91,95	89,85	70,55	59,60	62,30	84,75

Таблица 6

Урожаи сена (в ц/га) за два года жизни трав осеннего срока посева по восьми укосам 1950—1951 гг.

Повторение	Ежа сборная + люцерна	Многолетняя рожь + люцерна	Овсяница луговая + люцерна	Тимофеевка + люцерна	Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	Многолетняя рожь + шабдар + люцерна
I	202,07	206,07	199,65	178,90	217,80	267,40	208,92
II	336,65	340,49	312,45	293,75	310,28	361,20	329,98
Разница в урожае в пользу участка со спокойным рельефом (за два года)	134,58	134,42	112,80	114,85	92,43	93,80	121,06

Количество накопленных корней и пожнивных остатков отдельными видами травосмесей изучалось также методом взятия монолитов с площади 50×50 см (табл. 7).

Таблица 7

Количество накопленных корней и пожнивных остатков различными травосмесями за два года вегетации при сентябрьском сроке посева в 0—30 см слое (в ц/га)

Варианты	Первый год вегетации; определение 27.XII 1950 г.				Второй год вегетации; определение 25.XI 1951 г.			
	крупные корни бобовых	средние и мелкие корни бобовых и злаковых	всего воздушно-сухих корней	пожнивные остатки	крупные корни бобовых	средние и мелкие корни бобовых и злаковых	всего воздушно-сухих корней	пожнивные остатки
Ежа сборная + люцерна 262	42,50	21,35	63,81	10,70	45,48	29,61	75,09	11,60
Многолетняя рожь + люцерна	43,47	5,52	48,90	4,40	50,00	6,25	56,25	13,80
Овсяница луговая + люцерна	42,10	22,27	64,34	9,37	43,86	29,72	73,58	11,99
Тимофеевка + люцерна	37,84	12,66	50,50	5,30	53,20	3,35	56,55	12,38
Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна . .	45,70	5,30	51,00	8,70	50,20	5,00	55,20	13,10
Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	32,60	20,92	53,52	5,30	41,95	21,30	63,25	13,60
Многолетняя рожь + шабдар + люцерна . .	32,91	4,84	37,75	4,90	41,55	5,64	47,19	15,40

Средних и мелких корней, имеющих важное значение в структурообразовании, было больше всего в первом и во втором году стояния в вариантах: овсяница луговая с люцерной, ежа сборная с люцерной и ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк». Разница в накоплении корней между первым и вторым годом стояния травосмесей незначительна и выражается по варианту ежа сборная + люцерна в 17,6%, по варианту многолетняя рожь + люцерна 15,0%, овсяница луговая с люцерной 14,3%, тимофеевка с люцерной 13,0%, многолетняя рожь + эспарцет с люцерной 8,0%, ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк» 18,0%, многолетняя рожь + шабдар + люцерна 25,0%.

Наибольшее количество корней накапливается в почвах вариантов ежа сборная с люцерной (в первый год 63,34 ц/га и на второй 75,09 ц/га), овсяница луговая + люцерна (64,34 ц/га в первый год и 73,58 ц/га на второй год вегетации).

На развитие корневой системы травосмеси, в особенности люцерны, сильное влияние оказывает уклон местности и наличие уплотненного подпахотного горизонта, от чего в значительной мере зависит степень просачиваемости оросительной воды в почвогрунты. Для выяснения этого вопроса нами были выкопаны к концу второго года стояния трав транш

шеи шириной 1,5 м и на глубину проникновения корневой системы люцерны.

Развитие корневой системы люцерны в зависимости от уклона местности происходило различно. На I и II повторениях с наличием уплотненного подпахотного горизонта и с уклоном 0,01 корневая система развивалась слабо и на глубине 10—20 см давала сильное разветвление. На III и IV повторениях, где участок имел незначительный уклон и отсутствовал уплотненный горизонт (0,006), корневая система люцерны проникала сравнительно глубоко и давала незначительное разветвление (рис. 1).

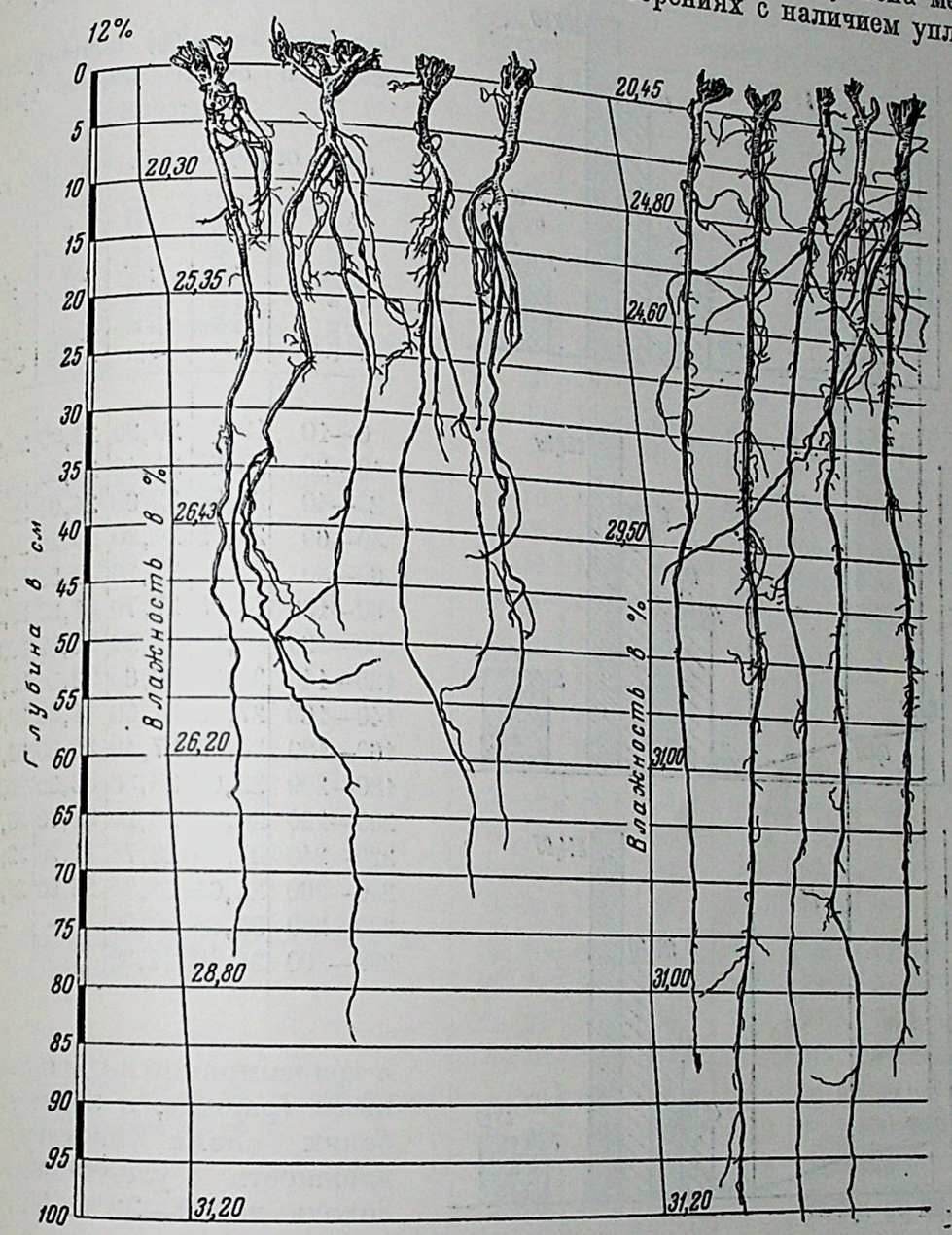


Рис. 1. Влияние уклона местности и влажности почвогрунтов на развитие корневой системы люцерны при осеннем посеве травосмеси в условиях Ширвани.

Слева — первая лента с уклоном 0,01, к концу второго года жизни; справа — вторая лента с уклоном 0,006, к концу второго года жизни.

Данные анализа влажности почвогрунтов, взятых в июне 1951 г., приводятся в табл. 8.

Как видно из табл. 8, наименьший процент влажности, в особенности на первом и втором повторениях, наблюдался в верхних (40 см) слоях почвы вследствие более интенсивного испарения влаги с поверхности

Таблица 8

Влажность (в %) почвогрунтов осеннего срока посева травосмесей

Дата определения 5.V 1951 г.

Глубина взятия образца, см	3 разр., I повторение	4 разр., II повторение	5 разр., III повторение	6 разр., IV повторение
0—10	19,38	20,30	20,80	20,10
10—20	20,50	21,40	23,50	22,40
20—40	21,70	22,60	24,60	22,40
40—60	28,05	24,80	30,20	28,80
60—80	25,20	27,20	30,50	31,50
80—100	28,05	27,70	31,20	30,80
100—120	30,20	32,20	31,80	30,60
120—140	30,30	30,60	32,20	30,10
140—160	27,35	31,00	34,90	30,60
160—180	28,35	27,40	30,00	30,80
180—200	29,00	28,30	32,20	30,20
200—220	29,40	29,20	32,70	30,30
220—240	23,30	26,70	31,90	32,40
240—260	25,65	21,30	26,00	29,30
260—280	25,05	20,20	—	—
280—300	24,40	24,30	—	—

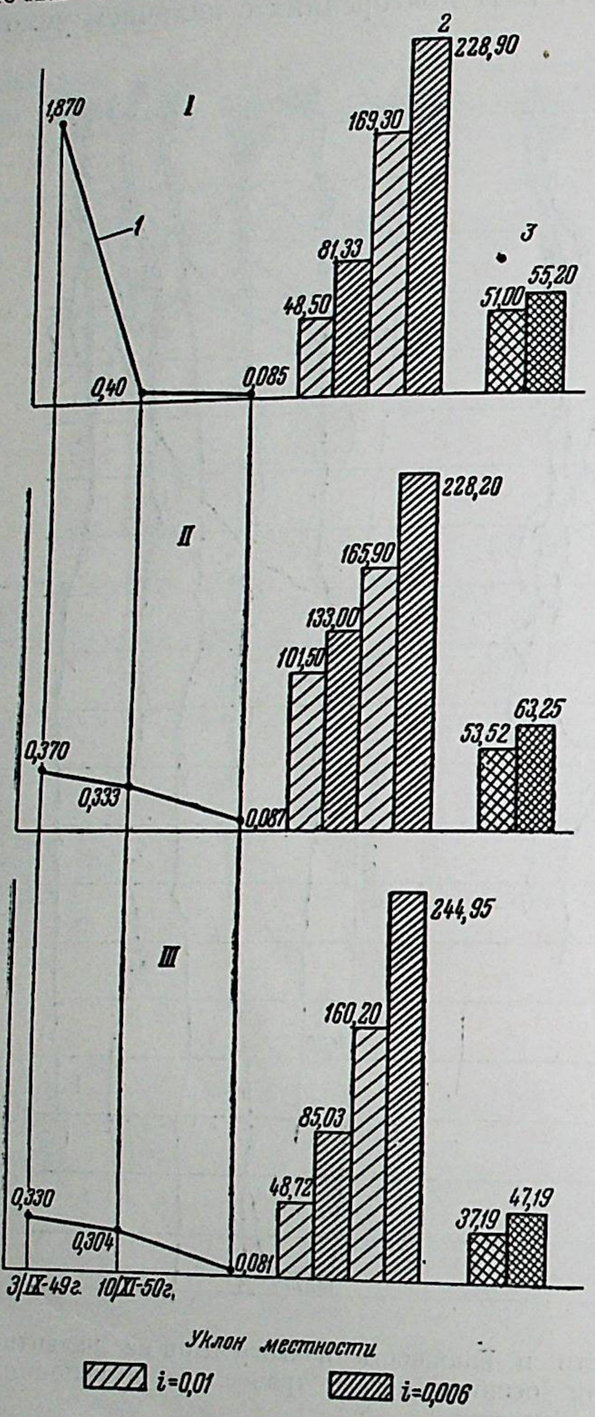


Рис. 2. Рассоляющее действие паров в зависимости от уклона местности.

I—многолетняя рожь + эспарцет с люцерной; *II*—ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»; *III*—многолетняя рожь + шабдар с люцерной; *1*—сухой остаток (в %); *2* — урожай сена (в ц/га); *3*— количество воздушно-сухих корней (в ц/га).

сухих корней по вариантам травосмесей приводится на рис. 2.

За два года жизни трав метровой слой почвы почти полностью опреснился, урожай сена в первом и во втором году стояния трав значительно выше на участках с меньшим уклоном.

и транспирации воды посеянными травами; в более глубоких слоях почвогрунта влажность увеличивается, доходя до 30—32%. Уменьшение влажности в разр. 3 и 4 с глубины 220 см объясняется, повидимому, наличием здесь глинистого по механическому составу оглеенного горизонта.

Рассоляющее действие трав, урожай сена в зависимости от уклона местности и количества воздушно-

Количество водопрочных агрегатов (в %) по отдельным фракциям почвы

Таблица 9

Дата определения 25.XI 1951 г.

Вариант	Глубина взятия образца, см	Диаметр фракции, мм					
		0—7	7—5	5—3	3—1	1—0,5	0,5—0,25
Хлопчатник	0—10	40,9	44,7	46,8	40,5	40,6	32,0
	10—20	46,9	47,5	50,1	41,1	42,0	31,5
	20—30	50,0	48,1	59,4	43,8	43,7	31,0
	0—30	48,9	45,0	49,1	41,7	39,3	31,5
Ежа сборная + люцерна	0—10	80,0	75,0	70,1	58,7	58,7	51,7
	10—20	76,3	68,9	68,1	57,1	54,2	49,2
	20—30	75,5	69,0	67,8	55,3	54,3	44,3
	0—30	74,0	68,0	68,7	57,3	54,5	48,4
Многолетняя рожь + люцерна	0—10	85,7	84,1	78,8	70,5	64,2	51,1
	10—20	83,2	79,6	79,6	64,9	43,6	40,7
	20—30	84,1	78,0	77,9	55,0	38,6	34,7
	0—30	84,3	79,2	78,8	63,5	48,8	42,1
Овсяница луговая + люцерна	0—10	84,0	83,6	70,4	50,7	57,8	50,0
	10—20	83,2	84,9	77,1	78,1	59,1	64,0
	20—30	87,2	83,5	81,9	71,4	73,0	58,2
	0—30	84,8	83,9	76,5	66,7	53,3	57,4
Тимофеевка + люцерна	0—10	59,7	58,9	54,3	57,3	44,1	37,6
	10—20	56,6	55,5	55,9	57,9	42,6	36,8
	20—30	55,8	54,1	54,0	56,7	33,7	32,7
	0—30	57,4	56,1	54,7	57,3	40,1	35,7
Многолетняя рожь + эспарцет + + люцерна	0—10	88,2	88,4	80,3	78,5	62,5	58,5
	10—20	79,0	80,8	79,2	79,2	58,4	56,9
	20—30	77,2	76,7	74,1	78,1	58,1	56,2
	0—30	81,4	81,9	77,9	78,6	59,7	57,2
Ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»	0—10	82,8	77,3	75,8	65,8	52,4	48,4
	10—20	78,3	73,2	69,9	60,3	49,8	44,1
	20—30	76,9	72,3	68,1	56,9	46,3	43,9
	0—30	79,3	74,3	71,3	60,7	49,5	45,4
Многолетняя рожь + люцерна + шабдар	0—10	71,2	67,1	63,4	51,8	47,5	41,3
	10—20	70,9	62,0	60,9	50,2	47,0	40,5
	20—30	69,7	62,1	60,1	54,2	46,3	39,2
	0—30	70,3	63,9	61,5	52,7	46,6	40,7

Количество накопленных корней за второй год вегетации трав по всем вариантам опыта возрастает незначительно по сравнению с первым.

Несомненно, накопленные корни за два года способствуют увеличению количества водопрочных агрегатов. Для подтверждения этого в табл. 9 приведены данные водопрочности отдельных агрегатов по всем вариантам опыта, а для сравнения — водопрочность агрегатов почвы под хлопчатником (старопашки). Как видно, наименьшую прочность агрегатов имеют почвы, взятые из-под хлопчатника и тимофеевки с люцерной.

Данные анализа (в %) сокращенных водных вытяжек до посева

Варианты	Глубина взятия образца, см	Исходная почва		
		сухой остаток, %	HCO_3	Cl
Многолетняя рожь + эспарцет с люцерной	0—10	0,40	0,027	0,006
	10—20	0,41	0,025	0,004
	20—40	0,13	0,024	0,003
	40—60	0,10	0,024	0,002
	60—80	0,05	0,022	0,002
	80—100	0,08	0,022	0,002
	0—100	0,19	0,022	0,004
Многолетняя рожь + шабдар с люцерной	0—10	0,65	0,023	0,005
	10—20	0,27	0,022	0,004
	20—40	0,31	0,022	0,003
	40—60	0,46	0,022	0,003
	60—80	0,37	0,021	0,003
	80—100	0,34	0,020	0,003
	0—100	0,24	0,022	0,004
Тимофеевка + люцерна	0—10	0,39	0,029	0,008
	10—20	0,22	0,024	0,003
	20—40	0,13	0,023	0,002
	40—60	0,20	0,022	0,002
	60—80	0,16	0,019	0,002
	80—100	—	0,019	0,005
	0—100	0,218	0,023	0,003
Ежа сборная + люцерна	0—10	0,45	0,021	0,004
	10—20	0,36	0,020	0,001
	20—40	0,28	0,018	0,003
	40—60	0,25	0,018	0,003
	60—80	0,30	0,014	0,002
	80—100	0,23	0,013	0,002
	0—100	0,31	0,017	0,003

Большей водопрочностью обладают агрегаты почвы под вариантами овсяница + люцерна, рожь + эспарцет + люцерна и рожь с люцерной.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Ровный с малыми уклонами рельеф местности в условиях опыта обеспечивает наиболее высокий урожай всех видов травосмесей.

2. Повышение урожая сена по вариантам 6 и 7 получается за счет однолетних культур (шабдар и пшеница «шарк», скошенная на сено).

3. Из двухчленных травосмесей наиболее высокий урожай получается на вариантах многолетней ржи с люцерной и ежи сборной с люцерной.

Таблица 10

к концу первого и второго года жизни травосмесей весеннего срока посева

1950 год				1951 год			
глубина взятия образца, см	сухой остаток, %	HCO_3	Cl	глубина взятия образца, см	сухой остаток, %	HCO_3	Cl
—	—	—	—	0—10	0,33	0,005	0,010
0—10	0,38	0,004	0,002	10—20	0,25	0,005	0,008
10—20	0,29	0,004	0,003	20—40	0,22	0,004	0,008
20—40	0,22	0,003	0,004	40—60	0,21	0,003	0,007
40—60	0,11	0,002	0,006	60—80	0,25	0,003	0,007
60—80	0,29	0,003	0,008	80—100	0,25	0,003	0,007
80—100	0,25	0,003	0,005	0—100	0,2	0,004	0,007
0—100							
—	—	—	—	0—10	0,22	0,004	0,007
0—10	0,35	0,005	0,003	10—20	0,22	0,004	0,007
10—20	0,33	0,004	0,004	20—40	0,37	0,003	0,007
20—40	0,22	0,004	0,004	40—60	0,17	0,003	0,007
40—60	0,23	0,004	0,006	60—80	0,22	0,003	0,007
60—80	0,18	0,004	0,007	80—100	0,38	0,003	0,007
80—100	0,26	0,004	0,005	0—100	0,26	0,003	0,007
0—100							
—	—	—	—	0—10	0,17	0,005	0,007
0—10	0,30	0,004	0,005	10—20	0,29	0,004	0,007
10—20	0,32	0,004	0,005	20—40	0,25	0,005	0,007
20—40	0,19	0,004	0,006	40—60	0,16	0,004	0,010
40—60	0,19	0,003	0,007	60—80	0,16	0,004	0,007
60—80	0,18	0,003	0,007	80—100	0,32	0,004	0,007
80—100	0,29	0,004	0,007	0—100	0,22	0,004	0,007
0—100							
—	—	—	—	0—10	0,19	0,004	0,007
0—10	0,38	0,004	0,007	10—20	0,18	0,004	0,007
10—20	0,30	0,005	0,008	20—40	0,25	0,004	0,007
20—40	0,30	0,005	0,008	40—60	0,13	0,004	0,007
40—60	0,31	0,005	0,009	60—80	0,17	0,003	0,010
60—80	0,23	0,004	0,010	80—100	0,17	0,003	0,010
80—100	0,30	0,005	0,009	0—100	0,17	0,004	0,007
0—100							

4. Наименьший урожай сена при уклонах 0,01 и 0,006 получается на варианте тимофеевка с люцерной.

5. Вариант овсяница луговая с люцерной по урожайности сена занимает промежуточное положение.

6. Больше всего корней, в том числе средних и мелких, накапливаются в первый и во второй годы вегетации в вариантах овсяница луговая с люцерной, ежа сборная с люцерной и ежа сборная с люцерной под покровом пшеницы «шарк».

7. На тяжелых слабо- и среднезасоленных почвах с близким залеганием слабоминерализованных грунтовых вод путем посева травосмесей

(фитомелиораторов) в течение двух лет удалось достичь почти полного опреснения метрового слоя почвы, что, повидимому, обеспечит получение высокого урожая хлопчатника по пласту и обороту пласта.

Таблица 11

Число растений в травосмесях весеннего срока посева с одного квадратного метра второго года стояния

Варианты	Первый укос		Второй		Третий		Четвертый		Пятый	
	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых	бобовых	злаковых
I и II повторения										
Ежа сборная + люцерна	102	386	108	322	142	364	72	310	150	328
Многолетняя рожь + люцерна	112	488	96	100	122	286	78	—	184	—
Овсяница луговая + люцерна	92	420	93	228	114	262	86	314	186	304
Тимофеевка + люцерна	142	—	92	—	134	—	86	—	196	—
Ежа сборная + люцерна под покровом овса	176	290	84	264	166	310	74	244	170	270
Многолетняя рожь + шабдар + люцерна	176 люц. / 12 шаб.	90	102 люц.	84	134	56	94	—	172 люц.	—
Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	96 люц. / 128 эсп.	64	96 люц. / 40 эсп.	40	114 люц. / 104 эсп.	40	70	—	180 люц. / 80 эсп.	—
III и IV повторения										
Ежа сборная + люцерна	104	330	98	268	134	330	94	252	162	270
Многолетняя рожь + люцерна	116	124	84	54	126	60	108	—	192	—
Овсяница луговая + люцерна	112	371	92	218	118	246	94	322	162	274
Тимофеевка + люцерна	97	—	—	—	160	—	94	—	182	—
Ежа сборная + люцерна под покровом овса	113	124 / 37 овес	96	292	126	211	80	288	152	256
Многолетняя рожь + шабдар + люцерна	82 люц. / 84 шаб.	94	90 люц.	24	126 люц.	52	74	—	168 люц.	—
Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	81 люц. / 91 эсп.	61	100 люц. / 62 эсп.	64	136 люц. / 100 эсп.	50	70 люц. / 42 эсп.	—	156 люц. / 30 эсп.	—

8. В условиях Ширвани однолетнее стояние травосмесей недостаточно опресняет метровой слой тяжелых среднезасоленных почв. Повидимому, нужно оставлять травы в травопольном севообороте не менее чем на два года.

ОПЫТ II. ВЕСЕННИЙ МАРТОВСКИЙ СРОК ПОСЕВА ТРАВОСМЕСЕЙ НА СЛАБОЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ БЕЗ ПРОМЫВКИ

Перепашка опытного участка произведена 11.III 1950 г.; боронование, каткование и посев травосмесей сеялкой 24—27.III 1950 г. Повторность опыта, площадь отдельных делянок и схема опыта такие же, как при сентябрьском сроке посева, за исключением варианта IV (ежа сборная + люцерна под покровом пшеницы «шарк»), где пшеница заменена овсом.

С 3.V по 5.X было произведено восемь поливов с оросительной нормой 4622 м³/га.

Поливы второго года стояния трав проводились 19.IV, 11.V, 29.VI, 4.VII и 8.IX без учета оросительной нормы; укосы произведены 6.V, 6.VI, 9.VII, 23.VIII и 8.IX 1951 г.

Динамика солей за два года вегетации трав приведена в табл. 10. Из этих данных видно, что к концу второго года жизни трав общая щелочность в метровом слое почвы всех вариантов значительно уменьшилась. Содержание хлора и сухого остатка почти не изменилось, а в некоторых случаях даже несколько увеличилось. Судя по содержанию сухого остатка, почвы участка можно отнести к категории незасоленных.

Из-за изреженности всходов и слабого развития травосмесей учет урожая сена при первых трех укосах не проводился.

Урожай сена различных травосмесей весеннего посева первого года жизни в четвертом укосе составил (в ц/га):

Ежа сборная + люцерна	11,91
Многолетняя рожь + люцерна	13,75
Овсяница луговая + люцерна	10,97
Тимофеевка + люцерна	11,40
Ежа сборная + люцерна под покровом овса	8,75
Многолетняя рожь + шабдар + люцерна	11,53
Многолетняя рожь + эспарцет + люцерна	10,81

Как видно из этих данных, при весеннем посеве травосмесей четвертый укос дает незначительный урожай.

Число растений в травосмесях во втором году стояния изучалось по пяти укосам. Из табл. 11 видно, что по всем повторениям опыта изреживания бобовых и злаковых не происходит, а, наоборот, в некоторых случаях число растений увеличивается за счет самообсеменения.

Исключение составляет многолетняя рожь, выделенная из дикой флоры, и тимофеевка, которые к концу второго года стояния полностью выпадают. Число растений эспарцета к концу вегетации уменьшается почти в три раза. Присутствие шабдара в первом укосе второго года жизни трав объясняется самосевом у этой культуры в первом году стояния.

Урожай сена по вариантам опыта значительно возрастает на второй год жизни трав. Из данных табл. 12 можно прийти к следующему заключению:

1. Наивысший урожай сена травосмесей при мартовском сроке посева по всем вариантам опыта получается при первом укосе второго года жизни трав; в дальнейшем урожайность трав прогрессивно падает из-за засоренности посевов вследствие изреженности, чего при осеннем посеве трав не наблюдается ввиду большей густоты трав.

Таблица 12

Урожай сена (в ц/га) различных травосмесей весеннего срока посева второго года жизни

Дата укосов	Ежа сборная+люцерна	Многолетняя рожь + люцерна	Овсяница луговая + люцерна	Тимофеевка + + люцерна	Ежа сборная + люцерна под покровом овса	Многолетняя рожь + шабдар+люцерна	Многолетняя рожь+эспарцет+люцерна
6.V 1951 г.	83,45	70,45	68,37	60,41	80,97	82,85	83,07
6.VI	47,50	43,40	52,00	38,50	36,75	41,65	54,62
9.VII	35,20	30,37	35,92	30,32	37,20	34,60	38,95
22.VIII	17,02	17,00	20,50	19,75	16,27	17,00	17,25
8.X	16,75	12,00	15,43	10,00	12,80	10,07	9,70
Всего . . .	199,92	173,22	192,22	158,98	183,99	186,17	203,59

2. Из двухчленных травосмесей по урожайности второго года стояния первое место занимает вариант ежа сборная + люцерна, второе — овсяница луговая + люцерна, третье — многолетняя рожь + люцерна и ежа сборная с люцерной под покровом овса. Из трехчленных компонентов травосмеси наиболее высокий урожай получается в варианте многолетняя рожь с люцерной и эспарцетом.

Таблица 13

Количество в почве корней и пожнивных остатков (в ц/га) от различных травосмесей весеннего срока посева к концу второго года жизни трав в 0—30-см слое

Дата определения 27.XI 1951 г.

Варианты	Крупные корни бобовых	Средние и мелкие корни бобовых и злаковых	Всего воздушно-сухих корней	Пожнивные остатки	Количество воздушно-сухих корней сорняков
Ежа сборная + люцерна	35,55	14,67	50,22	13,6	15,22
Многолетняя рожь + + люцерна	34,48	4,33	38,81	14,0	18,45
Овсяница луговая+люцерна	34,5	13,49	47,99	13,2	15,42
Тимофеевка + люцерна	36,68	4,84	51,52	13,0	18,7
Ежа сборная+люцерна под покровом овса . .	29,1	13,62	42,72	13,92	15,53
Многолетняя рожь + + шабдар + люцерна	36,89	5,48	42,37	13,4	16,22
Многолетняя рожь + +эспарцет+люцерна	43,32	4,26	46,58	13,3	15,51

Накопленных корней второго года стояния мартовского посева значительно меньше, чем сентябрьского. Из табл. 13 видно, что при весеннем сроке посева трав за два года в почве накапливается не более 50 ц/га воздушно-сухих корней, причем средних и мелких корней больше всего в почвах вариантов: ежа сборная с люцерной, овсяница луговая с люцерной и ежа сборная с люцерной под покровом овса.

Засоренность полей способствует и увеличению в почве количества корней сорняков. Корневищными сорняками богата почва вариантов тимофеевка + люцерна и многолетняя рожь + люцерна.

ВЫВОДЫ

1. Одним из решающих факторов получения высоких урожаев трав в условиях Ширвани является ровная поверхность пашни с незначительным уклоном местности. На участке с большим уклоном для получения высокого урожая трав, повидимому, возникает необходимость применения двухфазного полива по глубоким бороздам.

2. Для слабосульфатно-засоленных почв в качестве биологического метода их рассоления следует рекомендовать сентябрьский срок посева травосмесей — люцерна с ежой сборной и люцерна с овсяницей луговой,— обеспечивающий опреснение почв, накопление наибольшего количества корневых остатков и урожай сена при устойчивом соотношении во всех укосах злаковых и бобовых растений.

3. Посев трав во второй половине октября не гарантирует нормальной густоты стояния травосмесей и не обеспечивает высоких урожаев сена.

При мартовском посеве не обеспечивается рассоление слабозасоленных почв и урожаи при всех комбинациях компонентов получаются значительно ниже, в особенности в первый год стояния трав, чем при сентябрьском сроке посева.

ЛИТЕРАТУРА

Варуцян Э. С. О севооборотах для северной Мугани. «Изв. АН АзербССР», Баку, 1950.

Волобуев В. Р. Засоление почв в Азербайджане в естественно-историческом и мелиоративном освещении. Баку, 1948.

Турцева В. В. Травосеяние в Азербайджанской ССР. «Агробиология», № 4, 1949.

Турцева В. В. Агротехника многолетних трав. Баку, 1950 (на азерб. яз.).

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

1954 ТРУДЫ ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА им. В. В. ДОКУЧАЕВА Том XLIV

А. В. КОЗЛОВА

ВЛИЯНИЕ КУЛЬТУРЫ ТРАВОСМЕСЕЙ НА ОРОШАЕМЫЕ СВЕТЛЫЕ СЕРОЗЕМЫ

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Задача настоящих исследований заключалась в выяснении влияния культуры травосмесей на изменение орошаемых светлых сероземов, главным образом в отношении их оструктуривания[1].

На разных полях хлопково-травопольного севооборота совхоза Пахта-Арал были заложены площадки для исследования. Чтобы по возможности исключить влияние фактора засоления, под площадки выбирались наиболее ровные места поля, с лучшим стоянием травосмесей или хлопчатника без сорняков и засоленных пятен.

В 1949 г. на травосмесях второго года были заложены две площадки: первая на 39 отводе, карта 8, вторая на 51 отводе, карта 6. На травосмеси первого года пользования площадка для исследования была взята на 60 отводе, карта 17, а на хлопчатнике четвертого года на 62 отводе, карта 7. Кроме того, были заложены площадки на семенных участках второго года пользования с широкорядным способом посева: по люцерне на 43 отводе, карта 5; по райграсу многоукосному на 43 отводе, карта 5; по еже сборной на 43 отводе, карта 5; по овсянице луговой на 39 отводе, карта 8.

В 1950 г. исследования проводились на полях с травосмесями третьего года, а также на семенниках трав третьего года пользования. Исследования по травосмесям третьего года проводились на выбранных в 1949 г. площадках, на 39 отводе, карта 8, и на 51 отводе, карта 6. Компонентами этих травосмесей служили люцерна, ежа сборная, райграс многоукосный. В 1950 г. выявились преимущества овсяницы луговой перед ежой сборной (более быстрое получение семян и др.); поэтому на 59 отводе, карта 5, были проведены исследования на травосмеси третьего года пользования с составом компонентов: люцерна, овсяница луговая, райграс пастбищный. Были проведены также исследования на семенных травах третьего года пользования: по люцерне (39 отвод, карта 9), овсянице луговой (39 отвод, карта 8), еже сборной (59 отвод, карта 43).

На всех выбранных площадках в 1949 и 1950 гг. проводились следующие работы:

1) учитывалась густота травостоя подсчетом стеблей на метровой площадке;

2) для характеристики почв закладывались почвенные разрезы;

3) брались по горизонтам пробы для определения объемного и удельного веса буриком Качинского, объемом 100 см³, с трехкратной повторностью;

4) определялся запас корневых масс по методу Качинского путем отмывки их из послойно взятых образцов с учетных площадок 40×40 см, а в широкорядных посевах с площадок 35 × 35 см. Образцы брались из слоев 0—20 см, 20—35 см, 35—50 см, 50—70 см и в 1950 г. 70—100 см. Отмытые от породы корневые массы высушивались при 60° и взвешивались;

5) изучалось структурное состояние почв; для этого с поверхности до глубины 40—50 см брались образцы почвы, весом 1—1,5 кг, для анализов в лаборатории. В 1950 г., для этих же целей, на всех площадках были взяты средние образцы по методике, применяемой в агрохимических исследованиях.

[1] Настоящая работа проведена под руководством А. Н. Розанова, за что приношу ему глубокую благодарность.

ПОЧВЫ

Орошаемые почвы совхоза Пахта-Арал представляют собой комплекс светлых, среднесуглинистых сероземов в разной степени вторичного засоления. Незасоленные светлые сероземы в совхозе, по данным Розанова (1948), характеризуются следующими физико-химическими и химическими показателями: мощность гумусового горизонта 40—70 см; содержание гумуса в гор. А около 1—1,5%; содержание CO_2 в верхнем гор. А около 6—7%, а в средней части профиля в гор. В 7—8%, причем распределение CO_2 по профилю носит иллювиальный характер; сумма поглощенных оснований всего 5—10 мг-экв. на 100 г почвы.

По данным Ковда (1948), объемный вес лессовидной породы на глубине 2 м равен 1,45—1,35, карбонатных горизонтов 1,2—1,3. Объемный вес подпахотного горизонта 1,35—1,60, в солончаках до 1,90. Скважность в пахотном слое 43—45%, в подпахотном 38—42%, иногда 24—30%.

По механическому составу почвы совхоза, по данным Димо (1948), относятся к тяжелым и средним иловато-пылеватым суглинкам (по классификации Качинского).

Ввиду того что по морфологии почвы площадок на разных отводах различаются очень незначительно, приводим описание только двух наиболее типичных профилей орошаемых светлых сероземов.

Разр. 108 К, 1948, характеризующий почву площадки (отвод 59, карта 8), заложенной для исследования травосмесей второго и третьего года пользования. Глубина разреза 166 см.

$A_{пах}$ 0—10 см Светлосерый, неравномерно задерненный, слабокомковатый, суглинистый.

$A_{пах}$ 10—20 см Светлосерый средний суглинок, плотный, слабокомковатый, много корней, единично белые солевые точки.

B_1 20—45 см Светлый серовато-палевый, неравномерно окрашенный с серовато-буроватыми пятнами и языками гумуса в верхней части; с 23—25 см становится заметно плотнее и с 28—30 см—уплотненный подпахотный горизонт. Много корней люцерны, кое-где тонкие корни злаков, камеры жуков-копров, иногда с легким налетом плесени по стенкам.

B_2 45—65 см Светлый серовато-палевый пылеватый средний суглинок, плотноватый, пористый, с большим числом карбонатных пятен и конкреций, много корней люцерны.

B_3C 65—85 см Светлопалевый плотноватый суглинок, пористый, в верхней части белесые расплывчатые пятна карбонатов; много корней люцерны, следы деятельности насекомых.

C_1 85—122 см Светлопалевый пылеватый средний суглинок, менее плотный, чем предыдущий, пористый, много корней люцерны.

C_2 122—166 см Светлопалевый пылеватый средний суглинок, рыхловатый, пористый, корни люцерны.

Разр. 103 К, 1949, характеризующий почву площадки (51 отвод, карта 6), заложенной для исследования травосмеси второго и третьего года пользования. Глубина разреза 135 см.

Апах 0—10 см Светлосерый, прерывисто-задерненный, среднесуглинистый, слабокомковатый, пористый, много корней люцерны и злаков.

Апах 10—20 см Светлосерый, среднесуглинистый, плотнее предыдущего, много корней люцерны и злаков, слабокомковатый, пористый.

B_1 20—40 см Светлый серовато-палевый, среднесуглинистый, не пористый, с большим количеством карбонатов белоглазки, попадаются конкреции. С 28 до 35 см — уплотненный подпахотный горизонт, через который в заметном количестве проходят корни злаков.

B_2 40—66 см Светлый буровато-палевый с сероватым оттенком, менее плотный, чем предыдущий, пористый, в верхней части много карбонатных выделений, книзу количество их уменьшается, камеры жуковкопров (копролиты), инкрустированные известью.

B_3C_1 66—85 см Светлый буровато-палевый средний суглинок, плотнее лежащего ниже, редко — белесые пятна карбонатов, пористый, корни люцерны.

C_2 85—115 см Светлопалевый, пылеватый средний суглинок, пористый, не плотный, много корней люцерны.

C_3 115—135 см Светлопалевый лессовидный средний суглинок.

Данные механических анализов устанавливают сходство в механическом составе почв площадок на карте 8 отвода 39 и на карте 6 отвода 51.

Почвы обеих площадок относятся (по классификации Качинского) к средним иловато-крупнопылеватым суглинкам. В верхней и средней части профиля содержание физической глины и иловатых частиц повышается по сравнению с материнской породой, что закономерно для светлых сероземов (Розанов, 1948).

Произвести микроагрегатный анализ не удалось, так как присутствующий в почве гипс вызывал коагуляцию суспензии.

Площадки для изучения влияния травосмесей на изменение светлых сероземов выбирались по возможности на незасоленных местах. Но, как видно из табл. 1, почти все почвы оказались, по данным анализов, в той или иной степени засоленными.

Почва площадок под травосмесями второго и третьего года пользования на 39 отводе (разр. 108 К) по содержанию солей относится к незасоленной (общее содержание солей до глубины 1,5 м не превышает 0,15%), а на 51 отводе (разр. 103 К) — к слабосолончаковой. Общее содержание солей в верхнем горизонте почвы (разр. 103) достигает 0,768, уменьшаясь с глубиной. Характер засоления сульфатный; отношение $SO_4'' : Cl' > 5$ по всему профилю.

Почва третьей площадки под травосмесью третьего года на карте 5 отвода 59 (разр. 27 К) по содержанию солей также относится к слабосолончаковым, а по типу засоления к сульфатному. Залегание гипсового горизонта на глубине 130 см показывает, что вторичное засоление развивалось здесь на фоне первичного засоления почвы.

Почва площадки разр. 34 К (отвод 60, карта 17) под травосмесью первого года в 1949 г. и под травосмесью второго года в 1950 г. по содержанию солей принадлежит к незасоленным, содержание солей не выше 0,192%.

Почва площадки под хлопчатником 4-го поля севооборота разр. 128 К на карте 7 отвода 62 характеризуется таким же засолением, как и предыдущие.

Почвы площадок под чистыми травами отличаются по содержанию солей. Под люцерной (разр. 116 К, отвод 43, карта 5) количество солей в верхнем горизонте достигает 1,378%, т. е. почва солончаковая. Распределение солей по профилю показывает, что здесь происходит вторичное засоление сульфатного типа. Почва площадки под райграсом многоукосным (разр. 110 К, отвод 43, карта 5) практически не засолена. Почва площадки под ежой сборной (разр. 111 К, отвод 43, карта 5) слабосолончаковая, общее содержание солей в верхнем горизонте 0,816%.

Таким образом, почвы исследованных площадок оказались незасоленными, солончаковатыми и даже солончаковыми вследствие развития процессов вторичного засоления. Существенно важно отметить, что даже при сильных степенях вторичного соленакопления засоление является сульфатным, чем и объясняется хорошее развитие трав.

УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ ТРАВ

Многолетней практикой орошаемого земледелия и работами научно-исследовательских учреждений установлено, что из бобовых трав к условиям Средней Азии наиболее подходит люцерна. Для районов с засоленными почвами особенно важна мелиорирующая роль люцерны; при густом ровном травостое она затеняет почву, предохраняет ее от испарения и предотвращает поднятие растворимых солей в поверхностные горизонты. Урожайность люцерны выше урожайности других трав. По данным Беляковой (1947), урожай сена люцерны (для Таджикской ССР) выражается в следующих цифрах: люцерна однолетняя 70—120 ц/га, двухлетняя 170—250, трехлетняя 280—300 ц/га. При достаточно хорошей агротехнике люцерна в первый же год дает 70—120 ц/га высококачественного сена, которое в последующие два года увеличивается до 300 ц/га. За трехлетнее пребывание на поле люцерна очищает почву от фузариума — злостного возбудителя вилта на хлопчатнике (под люцерной развиваются миколитические бактерии, уничтожающие фузариум; Разницына, 1947).

Однако Вильямс рекомендует для наиболее полного восстановления плодородия почвы сеять смеси злаковых и бобовых трав, соблюдая в травостое примерно одинаковое их количество.

Наиболее подходящими злаковыми травами для посева в смеси с люцерной в условиях Средней Азии (по данным СОЮЗНИХИ) является райграс многоукосный, ежа сборная, овсяница луговая, райграс пастбищный. В совхозе Пахта-Арал на почвах, испытывающих в большей или меньшей степени вторичное засоление, все эти травы оказались так же мало устойчивыми к солям, как и люцерна.

Почти все поля засоленных отводов совхоза покрыты засоленными пятнами с разным состоянием травостоя или же голыми пятнами с белыми выцветами солей. Лишь на тех отводах и картах, где засоление не достигало токсических концентраций, можно видеть хороший травостой. На некоторых картах хороший травостой наблюдается только в зонах опреснения у картовых и отводных оросителей, образуя зеленую окантовку, средняя же часть карты покрыта или голыми пятнами, или различными сорняковыми солянками.

Особенно чувствительны травы к солям в начальные стадии своего развития. При содержании солей в пахотном слое более 0,7% люцерна или не дает всходов, или погибает после появления всходов (Ковда и Мамаева, 1939). Как видно из табл. 2, всходы и семена хлопчатника

Таблица 1

Содержание легкорастворимых солей в светлых орошаемых сероземах совхоза Пахта-Арал

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток, %	HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	$Na'+K'$	$SO_4'' : Cl'$	HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	$Na'+K'$
		%							мг-экв					
Разр. 103 К, 1949. Травосмесь второго года пользования														
0—10	0,768	0,019	0,082	0,394	0,144	0,022	0,039	4,8	0,32	2,31	8,20	7,19	1,83	1,81
10—20	0,552	0,017	0,053	0,283	0,089	0,016	0,043	5,3	0,28	1,50	5,89	4,44	1,33	1,90
23—30	0,504	0,019	0,033	0,283	0,078	0,025	0,027	8,6	0,32	0,93	5,89	3,89	2,08	1,17
32—40	0,344	0,021	0,011	0,211	0,061	0,024	0,002	12,2	0,35	0,31	4,39	3,04	2,00	0,01
50—60	0,392	0,018	0,009	0,211	0,057	0,022	0,006	22,3	0,30	0,25	4,39	2,83	1,83	0,28
66—70	0,452	0,018	0,009	0,238	0,062	0,027	0,004	26,5	0,30	0,25	4,96	3,09	2,25	0,17
90—100	0,320	0,018	0,005	0,169	0,041	0,023	Нет	33,8	0,30	0,14	3,52	2,05	1,99	Нет
125—130	0,176	0,011	0,007	0,081	0,015	0,012	0,003	11,7	0,18	0,20	1,69	0,75	0,99	0,13
240—250	0,220	0,019	0,012	0,097	0,025	0,011	0,011	8,1	0,32	0,34	2,02	1,24	0,92	0,42
Разр. 108 К, 1949. Травосмесь второго года пользования														
0—10	0,080	0,037	0,003	0,012	0,006	0,007	0,002	4,0	0,62	0,08	0,25	0,30	0,58	0,07
10—20	0,132	0,028	0,005	0,030	0,013	0,008	0,001	6,0	0,47	0,14	0,87	0,65	0,67	0,06
20—30	0,144	0,028	0,006	0,058	0,019	0,007	0,007	9,7	0,47	0,17	1,21	0,95	0,58	0,32
30—40	0,092	0,029	0,006	0,020	0,012	0,003	0,005	3,3	0,48	0,17	0,42	0,60	0,25	0,22
40—50	0,112	0,026	0,012	0,042	0,015	0,006	0,009	3,5	0,43	0,34	0,37	0,75	0,50	0,39
70—80	0,128	0,025	0,011	0,066	0,013	0,012	0,008	6,0	0,42	0,31	1,37	0,65	0,99	0,36
100—110	0,072	0,025	0,010	0,007	0,006	0,007	Нет	0,7	0,42	0,28	0,15	0,30	0,58	Нет
120—130	0,078	0,018	0,007	0,011	0,006	0,008	»	1,6	0,30	0,20	0,23	0,30	0,47	»
130—140	0,080	0,024	0,008	0,011	0,006	0,007	»	1,8	0,40	0,17	0,23	0,30	0,58	»

Разр. 128 К, 1949. Хлопчатник 4-го поля севооборота

0—10	0,200	0,024	0,008	0,055	0,021	0,006	0,005	5,9	0,40	0,28	1,15	1,05	0,50	0,23
10—20	0,167	0,022	0,008	0,075	0,033	0,009	0,017	9,4	0,37	0,23	1,56	1,65	0,75	0,77
20—30	0,248	0,022	0,008	0,091	0,034	0,008	0,002	11,4	0,37	0,23	1,89	1,70	0,67	0,07
30—40	0,100	0,026	0,008	0,009	0,003	0,002	0,012	1,3	0,43	0,23	0,19	0,15	0,17	0,53
40—50	0,076	0,026	0,005	0,002	0,006	0,001	0,003	0,4	0,43	0,14	0,04	0,30	0,08	0,13
60—70	0,076	0,024	0,005	0,010	0,007	0,004	0,002	2,0	0,40	0,14	0,21	0,35	0,33	0,07
80—90	0,068	0,024	0,004	0,009	0,007	0,003	0,002	2,3	0,40	0,11	0,19	0,35	0,25	0,10
110—120	0,068	0,024	0,004	0,008	0,007	0,004	Нет	2,0	0,40	0,11	0,17	0,35	0,33	0,30
135—145	0,068	0,020	0,004	0,013	0,006	0,003	0,002	3,3	0,33	0,11	0,27	0,30	0,33	0,08
150—160	0,324	0,017	0,042	0,131	0,021	0,017	0,040	3,1	0,28	1,19	2,73	1,04	1,41	1,74
Разр. 116 К, 1949. Люцерна второго года пользования														
0—10	1,378	0,019	0,066	0,784	0,203	0,073	0,054	11,9	0,32	1,86	16,32	10,12	6,00	2,38
12—22	1,352	0,017	0,051	0,770	0,190	0,085	0,029	15,1	0,28	1,44	16,03	9,48	6,98	1,29
23—30	1,064	0,017	0,042	0,608	0,145	0,068	0,029	14,50	0,28	1,19	12,66	7,24	5,59	1,30
30—40	0,440	0,018	0,022	0,217	0,038	0,038	0,010	9,90	0,30	0,62	4,52	1,90	3,12	0,42
40—50	0,540	0,018	0,029	0,306	0,070	0,041	0,012	8,55	0,30	0,82	6,37	3,49	3,37	0,53
70—80	0,490	0,018	0,008	0,253	0,050	0,042	Нет	31,6	0,30	0,23	5,27	2,50	3,45	Нет
125—135	0,278	0,018	0,007	0,138	0,029	0,016	0,013	19,7	0,30	0,20	2,82	1,45	1,32	0,55
150—160	0,238	0,017	0,006	0,138	0,024	0,025	0,003	23,0	0,38	0,17	2,82	1,20	2,06	0,11
180—190	0,262	0,017	0,008	0,131	0,030	0,022	0,016	16,3	0,28	0,23	2,72	1,50	1,81	0,70

Таблица 1 (продолжение)

Глубина взятия образца, см	Плотный остаток, %	HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	$SO_4'' : Cl'$	HCO_3'	Cl'	SO_4''	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$
		%							мг-экв					
Разр. 124 К, 1949. Травосмесь первого года пользования														
0—10	0,164	0,029	0,009	0,030	0,016	0,007	Нет	3,3	0,48	0,25	0,62	0,80	0,57	Нет
10—20	0,136	0,025	0,011	0,065	0,027	0,006	0,003	5,0	0,42	0,31	1,35	1,35	1,49	0,14
20—30	0,140	0,026	0,011	0,048	0,023	0,007	Нет	4,4	0,43	0,31	0,99	1,15	0,57	Нет
30—40	0,104	0,025	0,009	0,034	0,016	0,007	»	3,8	0,42	0,25	0,71	0,80	0,57	»
40—50	0,098	0,022	0,012	0,031	0,016	0,007	»	2,5	0,37	0,34	0,65	0,80	0,57	»
60—70	0,128	0,020	0,007	0,055	0,022	0,008	»	7,9	0,35	0,20	1,15	1,10	0,66	»
75—80	0,144	0,015	0,018	0,064	0,023	0,011	»	3,6	0,25	0,51	1,33	1,15	0,90	»
100—110	0,192	0,020	0,010	0,098	0,031	0,014	0,001	9,8	0,33	0,28	2,04	1,55	1,15	0,05
125—135	0,208	0,019	0,008	0,107	0,032	0,014	0,001	13,4	0,32	0,23	2,22	1,60	1,15	0,02
160—170	0,129	0,021	0,009	0,048	0,017	0,010	Нет	5,3	0,35	0,25	1,00	0,85	0,82	Нет
Разр. 55 Р, 1949. Целинный светлый серозем. Голодная степь														
0—3	0,076	0,026	0,003	0,004	0,005	0,001	0,006	1,3	0,43	0,08	0,08	0,25	0,08	0,26
10—20	0,068	0,029	0,003	0,002	0,007	0,001	0,004	0,7	0,48	0,08	0,04	0,35	0,08	0,17
28—38	0,056	0,025	0,003	0,004	0,003	0,002	0,006	1,3	0,42	0,08	0,08	0,15	0,17	0,26
50—60	0,042	0,020	0,003	0,001	0,004	0,002	0,001	0,3	0,33	0,08	0,02	0,20	0,17	0,06
70—80	0,044	0,024	0,002	0,004	0,004	0,001	0,006	2,0	0,40	0,06	0,08	0,20	0,08	0,26
100—110	0,072	0,022	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	1,0	0,37	0,06	0,04	0,10	0,17	0,20
120—130	0,084	0,022	0,005	0,002	0,003	0,002	0,005	0,4	0,37	0,14	0,04	0,15	0,17	0,23
140—150	0,672	0,013	0,005	0,391	0,119	0,001	0,003	78,2	0,22	0,14	8,14	7,43	0,92	0,15
10—18	0,176	0,026	0,008	0,063	0,018	0,002	0,020	7,90	0,43	0,51	1,56	0,90	0,58	0,52
18—29	0,120	0,027	0,006	0,015	0,010	0,003	0,004	2,50	0,45	0,17	0,31	0,50	0,25	0,18
30—40	0,212	0,022	0,010	0,068	0,022	0,007	0,010	6,8	0,42	0,28	1,41	1,10	0,58	0,43
40—50	0,152	0,018	0,010	0,061	0,020	0,010	0,001	6,1	0,30	0,28	1,27	1,00	0,82	0,03
70—80	0,082	0,026	0,013	0,017	0,008	0,004	0,006	1,3	0,27	0,37	0,35	0,40	0,33	0,26
90—110	0,104	0,022	0,008	0,018	0,009	0,005	0,003	2,2	0,37	0,23	0,37	0,45	0,41	0,11
120—130	0,096	0,022	0,006	0,007	0,005	0,005	0,001	1,2	0,37	0,17	0,15	0,25	0,41	0,03
155—160	1,012	0,011	0,006	0,581	0,226	0,016	Нет	96,8	0,18	0,17	12,10	11,27	1,32	Нет
Разр. 111 К, 1949. Ежа сборная второго года пользования														
0—10	0,816	0,016	0,036	0,440	0,120	0,043	0,021	12,2	0,27	1,02	9,16	5,16	3,53	0,93
10—20	0,640	0,019	0,027	0,331	0,071	0,038	0,030	6,3	0,32	0,76	6,89	3,54	3,12	1,30
22—32	0,544	0,017	0,021	0,299	0,078	0,032	0,015	11,1	0,35	0,59	6,23	3,89	2,63	0,65
35—45	0,360	0,017	0,018	0,179	0,041	0,021	0,018	9,7	0,35	0,51	3,73	2,05	1,73	0,81
55—65	0,432	0,017	0,023	0,366	0,051	0,037	0,071	15,9	0,35	0,65	7,68	2,54	3,04	3,10
70—80	0,438	0,016	0,024	0,242	0,051	0,030	0,022	10,0	0,27	0,66	5,04	2,54	2,47	0,96
120—130	0,324	0,015	0,031	0,293	0,062	0,036	0,027	9,5	0,25	0,87	6,10	3,09	2,96	1,17
150—160	0,674	0,011	0,030	0,485	0,128	0,026	0,060	16,2	0,18	0,85	10,10	6,39	2,14	2,60
Разр. 27 К, 1950. Травосмесь третьего года пользования														
0—10	0,702	0,044	0,028	0,351	0,094	0,029	0,029	12,5	0,73	0,80	7,32	4,69	3,38	1,78
10—20	0,383	0,044	0,039	0,164	0,076	0,016	0,002	4,20	0,73	1,12	3,41	3,78	1,36	0,12
20—30	0,383	0,042	0,010	0,140	0,050	0,011	0,010	14,00	0,69	0,28	2,91	2,50	0,93	0,45
40—50	0,256	0,039	0,008	0,097	0,032	0,012	0,006	12,10	0,64	0,24	2,02	1,60	1,03	0,27
70—80	0,282	0,034	0,008	0,116	0,019	0,009	0,035	14,50	0,56	0,24	2,42	0,96	0,73	1,53
90—100	0,282	0,034	0,008	0,108	0,039	0,011	0,003	13,5	0,56	0,24	2,24	1,97	0,92	0,15
130—140	1,220	0,030	0,009	0,676	0,266	0,012	0,012	79,1	0,49	0,24	14,08	13,25	1,03	0,53

гибнут при более высоком содержании солей, что показывает меньшую солестойкость люцерны по сравнению с хлопчатником.

Таблица 2

Содержание солей, токсически влияющих на развитие люцерны и хлопчатника в почвах Пахта-Арал

(данные В. А. Ковда и Л. Я. Мамаевой)

Состояние культуры	Количество солей при всходах, % на сухую почву	Условная концентрация солей в почвенной влаге в слое 2—15 см, г/л	Состав растворимых солей, % от суммы м-экв ионов
Люцерна всходит и развивается хорошо	0,1—0,2	6—10	Преобладают карбонаты (50—70%) и сульфаты кальция
Люцерна всходит и развивается угнетенной и изреженной	0,5—0,6	38—50	Преобладают сульфаты кальция (70—75%); сульфаты натрия и магния занимают подчиненное место (15—25%); хлоридов мало (1—2,5%)
Люцерна либо не всходит, либо после всходов гибнет	0,7—1,5	60—80	Преобладают сульфаты кальция (50—60%) и сульфаты натрия и магния (20—40%) с участием хлоридов натрия и магния (2—10%)
Хлопчатник всходит и развивается хорошо	0,06—0,08	3—4	Преобладают карбонаты и сульфаты кальция
Хлопчатник всходит и развивается угнетенным	0,4 —0,6	25—30	Сульфаты магния, натрия и калия составляют до 30—50% от суммы, сульфаты кальция до 40—60%
Хлопчатник не всходит	1,3—1,5	100	Сернокислые и хлористые соли составляют до 30—60%, сульфаты кальция около 35—40%

Данными Вахшской почвенно-мелиоративной станции, где показателями токсичности для начальной фазы развития хлопчатника и люцерны приняты процентное содержание Cl′ в почве и концентрация Cl′ в почвенном растворе, также подтверждается меньшая солестойкость люцерны. Из табл. 3 видно, что люцерна развивается нормально при

Таблица 3

Токсичность солей в первую фазу вегетации люцерны и хлопчатника

Культуры	Нормальное состояние культуры		Угнетенное состояние культуры		Культура гибнет	
	количество Cl′ в % от почвы	концентрация Cl′ в почвенном растворе	количество Cl′ в % от почвы	концентрация Cl′ в почвенном растворе	количество Cl′ в % от почвы	концентрация Cl′ в почвенном растворе
Люцерна	0,004—0,007	0,03—0,04	0,007—0,010	0,046—0,066	0,020—0,038	0,070—0,200
Хлопчатник	0,023—0,050	—	0,050—0,112	—	0,147—0,240	—

содержании Cl′ 0,007%, т. е. при количестве его в 6—7 раз меньшем, чем для хлопчатника; при содержании Cl′ 0,038% люцерна уже погибает, тогда как для гибели хлопчатника содержание Cl′ должно быть в пять раз больше.

По полевым наблюдениям в совхозе Пахта-Арал злаковые травы при совместных посевах с люцерной выпадают на засоленных пятнах или раньше люцерны или вместе с ней, но никогда не наблюдалось обратного явления.

Под люцерной второго года пользования (43 отвод, 5 карта) содержание солей в горизонте 0—20 см достигало 1,38%, а Cl′ до 0,05—0,07%; под травосмесью второго и третьего года пользования (51 отвод, 6 карта) процентное содержание солей в гор. 0—20 см доходило до 0,77%, содержание Cl′ до 0,05—0,08%. Однако травостои люцерны и травосмеси были одинаково мощными, хорошо развившимися; никакого угнетения не наблюдалось и на злаковых компонентах травосмеси.

Принимая во внимание, что процентное содержание солей в поверхностных горизонтах этих почв такое, при котором в начальные стадии развития люцерна погибает, можно считать, что эти соли появились здесь после того, как растения окрепли, развили достаточно мощную корневую систему и большую надземную массу. Отсюда следует также, что травы второго и третьего года пользования не только выносят, но и хорошо развиваются при содержании солей, гибельном для них в начальные фазы развития.

Чтобы обеспечить успешный рост трав в их начальную фазу развития и добиться сплошного ровного покрытия ими почвы, нужно перед посевом проводить мероприятия, улучшающие условия их роста, например планировку полей, промывку засоленных отводов, а в дальнейшем — строгое соблюдение сроков поливов и применение всего комплекса агротехники по уходу за травами.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАВОСТОЯ

Характеристика травостоя производилась подсчетом стеблей на 1 м². Из табл. 4 видно, что общее количество стеблей злаковых и бобовых трав на всех травосмесях превышало 1000 на 1 м². Такая густота травостоя соответствует сплошному покрытию почвы растениями.

По Вильямсу, для получения наибольшей эффективности в повышении почвенного плодородия под влиянием многолетних трав в составе их должно быть поровну злаковых и бобовых трав. Такое соотношение стеблей злаковых и бобовых на травосмесях не совсем выдерживалось. Особенно большое отклонение наблюдается на травосмеси первого года пользования на 17 карте 60 отвода и на травосмеси третьего года пользования на 5 карте 59 отвода. На травосмеси первого года пользования такое отклонение было, повидимому, результатом несколько иного состава травосмеси. Бобовыми компонентами являлись люцерна и клевер красный, которые оказались угнетенными в первый год жизни вследствие мощного развития райграса многоукосного.

В состав травосмеси третьего года на 5 карте 59 отвода входила люцерна, а из злаковых — овсяница луговая и райграс пастбищный; за счет последнего и получилось большее количество стеблей злаковых в этой травосмеси.

Культура райграса пастбищного на семена в широкорядном посеве, при учете густоты травостоя, дала самое большое число стеблей: свыше 1000 на 1 м².

Таблица 4

Характеристика травостоя травосмесей первого, второго и третьего года пользования и отдельных трав

(Подсчет стеблей на метровой площадке в трехкратной повторности)

Культура	Разрез	Стеблей на 1 м²				
		всего	в том числе: бобовых	злаковых	% бобовых	% злаковых
Травосмесь первого года пользования; отвод 60, карта 17	134	1608	314	1281	19,4	79,9
Травосмесь второго года пользования; отвод 51, карта 6. Состав: люцерна, ежа сборная, райграс многоукосный	103	1454	603	851	41,5	58,5
Травосмесь третьего года пользования (там же)	1	895	559	336	62,6	37,4
Травосмесь второго года пользования; отвод 39, карта 8. Состав: люцерна, ежа сборная, райграс многоукосный	108	1380	886	494	64,2	35,8
Травосмесь третьего года пользования (тот же состав и там же)	7	1350	847	503	62,7	37,3
Травосмесь третьего года пользования; отвод 59, карта 5. Состав: люцерна, овсяница луговая, райграс пастбищный	27	1527	397	1130	26,0	74,0
Люцерна второго года пользования; отвод 43, карта 3	116	—	657	—	—	—
Люцерна третьего года пользования; отвод 39, карта 9	9	—	1027	—	—	—
Ежа сборная второго года пользования; отвод 43, карта 5	111	—	—	704	—	—
Ежа сборная третьего года пользования; отвод 59, карта 42	20	—	—	1145	—	—
Овсяница луговая второго года пользования; отвод 39, карта 8	106	—	—	850	—	—
Райграс многоукосный второго года пользования; отвод 43, карта 5	110	—	—	2360	—	—
Райграс пастбищный второго года пользования; отвод 43, карта 5	102	—	—	3195	—	—

При просмотре данных по учету густоты стояния травосмесей второго года, а затем на этих картах травосмесей третьего года пользования (51 отвод, 6 карта, и 39 отвод, 8 карта) видно, что в травосмеси третьего года пользования по сравнению с травосмесью второго года уменьшилось общее количество стеблей, а соответственно и стеблей злаковых и бобовых трав на 1 м², причем на 6 карте 51 отвода, как сильнее засоленном, больше, чем на 8 карте 39 отвода с меньшим засолением.

Бóльшая изреженность травостоя на 51 отводе объясняется большей засоленностью почвы. Кроме того, на этом отводе помещалось стадо крупного рогатого скота на стойловом содержании. Хотя на травосмесях и не разрешается пастьба скота, тем не менее иногда это делалось, что, конечно, способствовало большей изреженности травостоя, а следовательно, и большему засолению.

На травосмеси третьего года пользования на 8 карте 39 отвода хотя и не было больших нарушений в уходе за травосмесью, тем не менее и здесь отмечено уменьшенное число стеблей.

Эти данные подтверждают наблюдения Беляковой (1947), Дормана (1949) и других, отмечавших, что травосмеси в отношении урожайности следует держать в севообороте не больше трех лет, так как в дальнейшем они начинают изреживаться и выпадать.

На чистых посевах трав — люцерны и ежи сборной третьего года пользования — наблюдается значительное (до 50%) увеличение числа стеблей на 1 м² по сравнению со вторым годом пользования. Увеличение числа стеблей на третий год пользования и вообще улучшение состояния чистых посевов трав по сравнению с их смесями с люцерной объясняются более внимательным уходом за этими травами на семена и более аккуратным соблюдением агротехнических правил.

ЗАПАСЫ КОРНЕВЫХ МАСС

Под травами и их травосмесями на светлых орошаемых сероземах накапливается огромное количество корневых масс, причем наибольший запас их сосредоточен в верхнем пахотном слое.

Из табл. 5 видно, что травосмеси второго и третьего года накапливают в слое 0—70 см корневых масс 10,2—16,6 т/га, столько же, сколько под осоково-мятликовой растительностью на светлых целинных сероземах Голодной степи.

Таблица 5

Вес корневых масс в целинном светлом сероземе и под различными травами в травопольном севообороте на орошаемых светлых сероземах

Культура	Вес корневых масс (т/га) на глубине (см)				Из них (%)	
	0—20	0—50	0—70	0—100	крупных корней	мелких
Осоково-мятликовая растительность. Голодная степь, разр. 55	10,8	13,4	13,80	—	0	100
Хлопчатник по 4-му полю севооборота. Разр. 128 К	2,6	3,5	3,7	—	100	100
Райграс многоукосный второго года. Разр. 110 К	6,0	6,7	6,8	—	0	100
Ежа сборная второго года. Разр. 111 К	4,3	6,0	6,2	—	0	100
Овсяница луговая второго года. Разр. 106 К	7,3	8,9	9,2	—	0	100
Люцерна чистая второго года. Разр. 116 К	9,1	11,9	13,2	—	89,92	10,08
Травосмесь второго года. Разр. 103 К, отвод 51, карта 6	10,7	13,5	13,9	—	55,18	44,82
Травосмесь трех лет. Разр. 1 К, отвод 51, карта 6	11,56	13,82	14,60	—	50,83	49,17
Травосмесь трех лет, отвод 39, карта 8	12,41	14,56	16,62	18,12	50,03	49,97
Травосмесь трех лет, отвод 59, карта 5	8,42	9,92	10,23	11,47	31,56	68,44
Люцерна чистая третьего года, отвод 39, карта 9	10,76	14,50	16,32	—	60,24	39,74
Ежа сборная трех лет, отвод 59, карта 42	9,16	11,77	12,51	—	0	100
Овсяница луговая, отвод 39, карта 8	11,05	13,46	13,83	—	0	100

Под каждой из двух травосмесей третьего года запас корней в метровом слое (14,6 т/га и 18,1 т/га) превышает запас корней под типчаково-

ковыльной растительностью на темнокаштановых почвах Заволжья, где он доходит до 13,6 т/га.

Под травосмесью на 59 отводе, 5 карте, общий запас корней в метровом слое достигает только 11,47 т/га, что объясняется другим составом этой травосмеси, в которую входят люцерна, овсяница луговая и райграс пастбищный. Из данных по учету густоты стояния (табл. 5) видно, что преобладают злаковые компоненты, процентное содержание которых доходит до 74. Следовательно, в корневой массе этой травосмеси должно быть больше тонких, мелких, так называемых «деятельных корней» (Качинский, 1925). Действительно, в соответствии с увеличением числа злаковых компонентов, увеличивается и процент мелких корней (до 68).

Из табл. 5 также видно, что под всеми травосмесями третьего года пользования значительно больше мелких корней, чем под люцерной. Например, под травосмесями на 8 карте 39 отвода и на 6 карте 51 отвода накапливается примерно одинаковое количество крупных и мелких корней. Под люцерной двух- и трехлетней накапливается запас корней, почти равный запасу под соответствующими по годам травосмесями, но соотношение крупных и мелких корней люцерны невыгодно отличает ее от травосмесей. Под двухлетней люцерной только 10% мелких корней, а под трехлетней 40%.

Под всеми чистыми злаковыми травами второго года пользования запасы корней меньше запасов их под травосмесью второго года пользования, а под чистыми злаковыми травами третьего года пользования (ежа сборная, овсяница луговая) запасы корней почти такие же, как и под травосмесями третьего года пользования.

После хлопчатника 4-го поля севооборота в почве остается вдвое меньше корней, чем под райграсом пастбищным, ежой сборной, и в два-три раза меньше, чем под травосмесями второго и третьего года пользования, не говоря уже о том, что корни хлопчатника крупные, без мелких деятельных корней.

Из изложенного видно, что травы и хлопчатник, являющийся основной культурой орошаемых площадей Средней Азии, по-разному воздействуют на почву. Под травами накапливаются огромные запасы корневых масс, что в условиях орошаемого земледелия Средней Азии при большом недостатке органических удобрений и определяет положительное влияние культуры травосмесей на повышение плодородия почв.

НАКОПЛЕНИЕ ГУМУСА

Накопление больших запасов корневых масс должно было бы привести к образованию и накоплению соответственно больших количеств органического вещества в виде гумуса. Однако, по данным определения гумуса (табл. 6), видно, что между поступающими в почву под травами и травосмесями запасами органического вещества в виде корневых масс и количеством накопленного гумуса имеется явное несоответствие. Причина его лежит в особых для Средней Азии условиях почвообразования, которые Розанов (1951) называет «высокой биогенностью почвенного процесса». Сущность этой особенности заключается в весьма активно протекающей в сероземах минерализации органического вещества под влиянием жизнедеятельности различных организмов, которая здесь проявляется очень бурно, особенно в так называемую мезотермическую фазу развития почв.

Таблица 6

Содержание гумуса в светлых орошаемых сероземах совхоза Пахта-Арал под травами и травосмесями (по Тюрину)

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Место взятия, поле севооборота	Гумус, %	№ разреза	Глубина взятия образца, см	Место взятия, поле севооборота	Гумус, %
1	0—10	51 отвод, 6 карта	1,21	20	0—10	59 отвод, 43 карта	1,04
	10—20	Травосмесь третьего	1,09		10—20	Ежа сборная трех	0,99
	20—30	года пользования	0,78		20—30	лет	0,73
7	0—10	39 отвод, 8 карта	1,20	128	0—10	62 отвод, 7 карта	0,73
	10—20	Травосмесь третьего	0,83		10—20	Хлопчатник 4-го по-	0,52
	30—40	года пользования	0,52		20—30	ля севооборота	0,31
27	0—10	59 отвод, 5 карта	1,15		30—40		0,31
	10—20	Травосмесь третьего	1,08	126	0—10	62 отвод, 7 карта	0,52
	20—30	года пользования	0,47		10—20	Хлопчатник 4-го по-	0,42
	30—40		0,47		20—30	ля севооборота	0,31
103	0—10	51 отвод, 6 карта	1,29	55 Р	0—10	Голодная степь	1,15
	20—30	Травосмесь второго года	0,73		10—20	Целина	0,76
	30—40	пользования	0,43		20—30		0,49
					30—40		0,39
108	0—10	39 отвод, 8 карта	1,25				
	10—20	Травосмесь второго года	0,83	106 К	0—10	39 отвод, 7 карта	1,19
	20—30	пользования	0,84		10—20	Овсяница луговая	0,89
	30—40		0,51		20—30		0,52
9	0—10	39 отвод, 9 карта	1,09				
	10—20	Люцерна трех лет	1,04				
	20—30	То же	0,73				

Под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов в сероземных почвах происходит бурное разложение корневых остатков, которое при искусственном орошении обусловливается особо благоприятным гидротермическим режимом для развития этих микроорганизмов, довольно разнообразных по своему составу. Основное участие в этом разложении принадлежит бактериальной флоре.

Серозем особенно богаты бактериями, связанными с превращением азота (Разницына, 1947). Так, аммонифицирующих бактерий сероземы содержат столько же, сколько в черноземных почвах содержится всех бактерий (10—20 млн. в 1 г почвы). Количество нитрификаторов в орошаемых сероземах в несколько десятков раз превосходит количество их в черноземных почвах; нитрификаторы в сероземах весьма устойчивы, они живут не только в незасоленных орошаемых почвах, где для них обеспечены наиболее благоприятные условия существования, но и в целинных сероземах (до 1 млн. в 1 г почвы) и даже в солончаковых почвах.

Почвы под разными культурами по содержанию гумуса в верхнем слое можно расположить в убывающем порядке в следующий ряд: больше

всего под травосмесями второго года пользования (1,25—1,29%); почти столько же под травами третьего года пользования (1,2—1,15%); затем идет целинный светлый серозем (1,15%); овсяница луговая (1,09%), люцерна трех лет (1,09%), ежа сборная (1,04%) и, наконец, хлопчатник 4-го поля севооборота (0,73%), причем под хлопчатником, на том же поле и на той же карте, но на более засоленной почве, содержание гумуса падает до 0,52%.

Отсюда видно, что культура трав и травосмесей влияет на накопление гумуса положительно. Однако вследствие высокой интенсивности биологических процессов, органическое вещество, поступившее в почву в виде корневых масс, в большей своей части минерализовалось, вследствие чего запас гумуса под травами и травосмесями составляет не свыше 1,3%.

Таблица 7

Содержание гумуса и вес корневых масс в почвах под люцерной различного возраста и хлопчатником

(По данным Кононовой и Лагуновой (1940) и автора)

Культура	Отвод	Карта	% углерода	% гумуса	Вес корневой массы, ц/га
Люцерна:					
первого года пользования	19	4	0,52	0,89	61,6
второго » »	14	13	0,66	1,14	66,7
третьего » »	12	15	0,75	1,29	103,3
» » »	39	9	—	1,09	163,2
Хлопчатник по трехлетней люцерне:					
первого года поля севооборота	45	6	0,69	1,19	62,1
второго » »	39	35	0,67	1,15	41,6
третьего » »	43	11	0,53	0,91	49,4
четвертого » »	62	7	—	0,73	37,0

Из табл. 7 видно, что накопление гумуса в почве достигает максимального количества под трехлетней люцерной, хотя темп его накопления по сравнению со вторым годом выражен слабее: прибавка гумуса под двухлетней люцерной по сравнению с однолетней составляет 28,1%, под трехлетней по сравнению с двухлетней 13,1%. Уменьшение темпа накопления гумуса под люцерной третьего года подтверждается также данными на 9 карте 39 отвода, где совсем не получилось прибавки, несмотря на значительно большее количество поступивших корневых масс. Из данных табл. 7 видна также быстрая потеря накопленного гумуса: за три года почва люцерновых полей после распашки под хлопчатник приходит в состояние старопашки.

ВЛИЯНИЕ ТРАВ НА ОСТРУКТУРИВАНИЕ СВЕТЛЫХ СЕРОЗЕМОВ

К структурным почвам Вильямс причислял такие, в которых количество прочных агрегатов больше 80%, и считал, что при содержании в почве около 20% пыли почва полностью утрачивает качества структурной почвы. По данным Саввинова (1935) для почв разных зон содержание прочных агрегатов крупнее 0,25 мм колеблется от 80—85 до 5—10%.

В сероземах количество водопрочных агрегатов $>0{,}25$ мм колеблется от 5 до 10%. Вильямс считал необходимым работать в направлении создания прочной структуры на всех почвах, включая и сероземы.

На сероземе в условиях сада под травостоем *Andropodon Jschaemum* Павлов (1930) получил 78,9% прочных структурных агрегатов, из которых 67,9% приходилось на фракцию 1—3 мм.

Работами СОЮЗНИХИ, Дормана (1949), Беляковой (1944) также установлено положительное влияние трав и травосмесей на оструктуривание орошаемых сероземов и повышение их плодородия.

Из данных исследований на светлых сероземах в совхозе Пахта-Арал (табл. 8) видно, что под травами и травосмесями структура почв значительно лучше структуры почв под хлопчатником. Количество водопрочных агрегатов >1 и $>0{,}25$ мм под травосмесями второго года в полтора-два раза больше, чем под хлопчатником четвертого года. Под травосмесями третьего года процент водопрочных агрегатов размером $>0{,}25$ мм возрастает до 28,28, т. е. он в четыре раза больше, чем под хлопчатником, и в полтора-два раза больше, чем на целинном светлом сероземе.

В отношении влияния чистых посевов трав на улучшение структуры сероземов прежде всего отмечается меньшее оструктуривание почв люцерной второго и третьего года пользования по сравнению с чистыми злаковыми травами. Если же оструктуривающее влияние одной люцерны значительно меньше, чем влияние каждой из злаковых трав отдельно, то очевидно, что структура, образующаяся под смесью злаковых трав и люцерны, в основном обязана злаковым травам, дающим наибольшее накопление мелких деятельных корней в пахотном горизонте. Конечно, такого оструктуривания далеко не достаточно для того, чтобы обеспечить все условия получения высоких урожаев такой требовательной пропашной культуры, как хлопчатник, в течение трех-пятилетнего пребывания его на поле. Однако значительное увеличение водопрочных агрегатов $>0{,}25$ мм под всеми травами до 18,2—11,0%, под травосмесями второго года пользования до 20,8—9,4%, под травосмесями третьего года пользования до 28—19,5%, т. е. больше чем на целинном светлом сероземе, свидетельствует о том, что травопольные севообороты — единственно правильный путь к созданию устойчивого структурного состояния светлых сероземов, а следовательно, и к улучшению всех их водно-физических свойств.

Определение агрегатности производилось также и методом Бекаревича (1948). Принципиальное отличие метода Бекаревича заключается в том, что навеска для агрегатного анализа берется не пропорционально содержанию всех фракций структурного анализа, как у Саввинова, а определяется количество водопрочных агрегатов в каждой отдельной фракции по горизонтам. Бекаревич пришел к выводу, что особенно важное значение в качестве показателя агрофизических свойств имеет самая мелкая фракция 0,25—0,5 мм, потому что в ней при агрегатном анализе меньше всего проявляется искажающее влияние дополнительной водопрочности, приобретаемой более крупными агрегатами за счет капиллярного смачивания их внутренних частей. Быстрота смачивания таких агрегатов зависит только от размеров пор между этими агрегатами, и поэтому результаты агрегатного анализа фракции 0,25—0,5 мм при достаточном времени для ее смачивания являются наиболее достоверными и показательными для характеристики агрофизических свойств почвы.

Второй, не менее важный показатель в характеристике агрегатности почв — нарастание агрегатности с увеличением размера структурных

Таблица 8

Оструктуривание светлых орошаемых сероземов совхоза Пахта-Арал под влиянием различных культур. Количество водопрочных агрегатов в процентах

Разрез	Глубина, см	Культуры	Размеры агрегатов, мм						
			3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	>1	>0,25
116 К	0—10	Люцерна второго года пользования	0,88	0,86	1,06	1,14	4,24	2,80	8,18
	10—20		1,16	1,16	1,10	1,90	8,82	3,42	14,14
	20—30		0,54	0,62	0,72	0,94	5,68	1,88	8,50
	40—50		0,40	0,08	0,22	0,40	3,04	0,70	4,14
110 К	0—10	Райграс многоукосный второго года пользования	9,50	0,64	1,34	1,60	5,12	11,48	18,20
	10—20		0,90	1,00	1,14	1,00	4,86	3,04	8,90
	20—30		2,04	1,00	2,36	4,06	12,12	5,40	21,58
	30—40		1,30	0,02	0,04	0,38	2,28	1,36	4,02
111 К	0—10	Ежа сборная второго года пользования	1,32	0,68	1,54	2,20	5,26	3,54	11,00
	10—20		1,44	0,48	2,36	2,66	8,70	4,28	15,64
	20—30		0,04	0,34	0,62	0,56	0,04	1,00	1,60
	30—40		0,84	0,22	0,48	0,86	6,00	1,54	8,40
9 К	0—10	Люцерна третьего года пользования	2,28	0,96	1,66	3,26	4,14	4,90	12,30
	10—20		1,04	0,44	1,16	3,60	4,10	2,64	10,34
	20—30		0,64	0,30	0,98	2,88	3,20	1,92	8,00
20 К	0—10	Ежа третьего года пользования	3,38	1,10	2,26	4,10	3,78	6,72	14,62
	10—20		5,52	1,76	2,48	4,24	5,76	9,76	19,76
	20—30		1,02	0,80	1,58	2,04	5,94	3,40	11,38
106 К	0—10	Овсяница луговая третьего года пользования	5,24	1,16	2,20	3,64	2,84	8,60	15,06
	10—20		2,64	1,38	3,30	8,08	4,62	7,32	20,02
	20—30		1,50	0,72	1,52	3,18	4,62	3,74	11,74
55 Р	0—10	Целина	3,40	0,46	0,66	1,96	8,28	4,52	14,76
	10—20		0,12	0,62	1,56	3,08	13,62	2,30	18,96
	28—38		0,64	0,46	0,96	3,28	21,60	2,06	26,94
128 К	0—10	Хлопчатник четвертого поля севооборота	0,92	1,68	0,46	0,54	3,66	3,06	5,26
	10—20		1,04	1,00	1,34	1,24	0,80	3,38	6,42
	20—30		1,18	1,16	0,92	1,12	2,94	3,26	7,32
	30—40		0,52	0,22	0,06	0,58	3,70	0,80	5,08
103 К	0—10	Травосмесь второго года пользования	3,88	3,16	1,92	1,82	6,82	8,96	17,60
	10—20		5,36	3,20	0,96	0,88	2,30	9,52	12,70
	20—30		1,06	3,30	0,76	1,42	6,10	5,12	12,64
	30—40		1,32	3,38	0,52	1,30	14,24	5,22	20,76
134 К	0—10	То же	2,58	0,28	0,92	3,16	4,74	3,78	11,68
	10—20		1,00	0,46	0,98	3,76	3,24	2,44	9,44
	20—30		0,70	0,62	1,74	0,76	3,28	3,06	7,10

Таблица 8 (окончание)

Разрез	Глубина, см	Культуры	Размеры агрегатов, мм						
			3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	>1	>0,25
1К 1950	0—10	Травосмесь третьего года пользования	4,64	0,80	1,72	5,56	15,56	7,16	28,27
	10—20		4,22	1,12	1,68	3,86	5,12	7,02	16,00
	20—30		2,98	0,36	0,62	1,96	3,58	3,95	9,50
7К	0—10	То же	6,60	1,06	2,30	5,46	4,08	9,96	19,50
	10—20		1,90	1,16	1,84	6,84	8,48	4,90	20,22
	30—40		0,52	0,26	0,68	4,04	6,24	1,46	11,74
27К	0—10	То же	9,32	1,02	2,20	4,48	4,06	12,54	21,10
	10—20		8,76	1,58	3,34	6,88	7,32	13,68	27,88
	20—30		1,14	0,46	1,40	2,30	3,40	1,60	8,78
	30—40		1,66	0,12	0,28	1,24	3,30	2,06	6,57

фракций. Объединяя эти два показателя, взяв отношение процента водопрочных агрегатов в структурной фракции 0,25—0,5 мм к проценту их во фракции 3—5 мм, Бекаревич получает коэффициенты агрегатности почв, приведенные в табл. 9.

Таблица 9

Данные коэффициентов агрегатности светлых сероземов в зависимости от поля севооборота
(По Бекаревичу)

Разрез	Культура, поле севооборота, отвод, карта	Глубина, см	Агрегатность структурных фракций, мм		Коэффициент агрегатности
			0,25—0,5	3—5	
2	Травосмесь первого года пользования 27 отвод, 14 карта	0—10	2,88	17,65	0,16
		10—20	4,04	20,28	0,20
		20—30	7,01	13,36	0,52
7	Травосмесь третьего года пользования 39 отвод, 8 карта	0—10	16,46	29,76	0,59
		10—20	14,20	28,52	0,50
		20—30	5,23	10,05	0,52
1	Травосмесь третьего года пользования 51 отвод, 6 карта	0—10	8,43	14,13	0,60
		10—20	8,25	18,29	0,45
		30—40	3,66	8,17	0,45
27	Травосмесь третьего года пользования 59 отвод, 5 карта	0—10	15,14	20,16	0,75
		10—20	11,36	16,85	0,67
		20—30	4,49	9,39	0,47
128	Хлопчатник 4-го поля севооборота 62 отвод, 7 карта	0—10	2,50	13,08	0,12
		10—20	1,74	9,72	0,18
		20—30	6,80	11,32	0,60

Данные табл. 9 показывают резкое различие в содержании в почвах водопрочных агрегатов во фракциях 0,25—0,5 мм в зависимости от занимающей поле культуры.

Особенно незначительна величина водопрочных агрегатов в верхних горизонтах под хлопчатником (2,5—1,74%), что указывает на сильную распыленность почвы после четырехлетнего пребывания хлопчатника.

Под травосмесью первого года происходит очень незначительное увеличение количества водопрочных агрегатов по сравнению с хлопчатником. Под травосмесями третьего года, по сравнению с хлопчатником и травосмесью первого года, фракция 0,25—0,5 увеличивается в 3—6 раз.

Коэффициенты агрегатности почв под травосмесями и хлопчатником также указывают на увеличение агрегатности почв под влиянием травосмесей.

Под всеми травосмесями третьего года по профилю почвы коэффициенты агрегатности в верхних горизонтах выше, чем в нижних, что объясняется положительным воздействием корневых масс, имеющих здесь максимальное развитие.

Под хлопчатником коэффициент агрегатности в верхнем горизонте резко уменьшается (от 0,6% внизу до 0,12% вверху), что в полной мере отражает разрушающее воздействие культуры хлопчатника на структуру почвы по сравнению с трехлетними травосмесями.

Как видим, оба метода, и Саввинова и Бекаревича, достаточно убедительно показывают оструктуривание светлых сероземов под влиянием трав и травосмесей.

Из работ Костычева (1886), Гедройца (1926), Вильямса и многих других известно, что структурность почв обусловливается наличием в ней гумусовых веществ и различных коллоидных цементов и коагуляторов. Такими коагуляторами служат кальций и в меньшей степени магний; есть мнение, что существенную роль в явлениях коагуляции играют гидрогели железа и алюминия (Тюлин, 1936; Антипов-Каратаев, 1948).

В работе Антипова-Каратаева с сотрудниками разработаны различные схемы оструктуривания. Авторы считают, что «наиболее устойчивые агрегаты получаются в верхних почвенных горизонтах благодаря склеиванию минеральных частиц при помощи органического вещества, в естественных почвах в основном гумусовых веществ» (стр. 65).

Содержание коллоидов в светлых сероземах достигает 8—12%, из них на долю органических коллоидов приходится всего 10—20% от общего их содержания (Розанов, 1951). Чем обусловлена недостаточная структурность сероземов, малым количеством коллоидов вообще или небольшим содержанием органических коллоидов, не ясно. По Вильямсу, для получения агрономически ценной структуры, т. е. такой, при которой отдельные агрегаты приобретают водопрочность и не расплываются, нужно, чтобы этим клеющим веществом было свежеобразовавшееся органическое вещество, которое достаточно полно проявляет свое действие только при наличии в почве поглощенного кальция.

В этом смысле насыщенность поглощающего комплекса орошаемых светлых сероземов щелочноземельными основаниями должна оказывать благоприятное влияние на их оструктуривание, но весьма высокая микробиологическая деятельность, происходящая в аэробных условиях после

распашки травяного клина, приводит к быстрой мобилизации запасов органических веществ.

В отношении связи структурообразования с вновь образующимся гумусом интересен лабораторный опыт, проведенный на Вахшской почвенно-мелиоративной станции (Разницына, 1947). Установлено, что в результате процессов распада корней люцерны в почве произошло образование гумуса с приростом в 1%. Кроме того, одновременно с образованием гумуса, на первых же стадиях процесса разложения корневых масс люцерны, происходило образование агрегатов почвы (почва для закладки опыта была растерта и пропущена сквозь сито с отверстиями в 1 мм), тогда как на контроле — в почве без корней люцерны — образования агрегатов не происходило совсем. Структурообразование под влиянием свежеобразующегося органического вещества при разложении корней люцерны, достигая вначале по частицам 0,25 мм 60%, постепенно уменьшается и устанавливается на уровне 13%. Автор считает, что такая степень структурности причинно связана с вновь образующимся гумусом.

Для выяснения характера связи структурообразования с гумусом в агрегатах, полученных после купания на ситах по методу Саввинова, определялся гумус.

Таблица 10

Содержание гумуса (в %) в водоустойчивых агрегатах

Глубина взятия образца, см	Фракции агрегатного анализа, мм	Травосмесь третьего года пользования			Травосмесь второго года пользования	Люцерна третьего года пользования	Ежа сборная третьего года пользования	Хлопчатник 4-го поля севооборота	Райграс многоукосный второго года пользования
		Разр. 1	7	27	Разр. 134	Разр. 9	Разр. 20	Разр. 128	Разр. 110
0—10	Почва	1,21	1,20	1,15	0,89	1,09	1,04	0,73	—
	0,25—0,5	1,03	2,08	1,80	1,68	2,20	1,22	0,69	1,39
	0,5—1	2,06	3,07	2,03	2,39	2,90	1,73	1,19	1,98
	1—2	2,89	2,58	2,85	2,85	2,79	1,87	1,68	2,47
	2—3	2,01	1,78	2,36	2,53	2,34	1,36	1,58	1,57
	3	1,72	1,26	2,22	1,83	1,59	1,45	1,10	1,19
10—20	Почва	1,09	0,83	1,08	0,79	1,04	0,99	—	—
	0,25—0,5	1,01	1,03	1,38	1,59	1,78	0,98	0,47	1,46
	0,5—1	2,11	1,38	1,89	2,52	1,87	1,17	0,57	1,56
	1—2	1,67	2,10	1,99	2,39	2,59	1,54	0,78	1,56
	2—3	1,72	1,61	2,45	2,11	2,24	1,83	0,47	1,61
	3	1,18	1,47	2,01	1,54	1,92	0,84	0,52	2,29
20—30	Почва	0,78	0,52	0,47	0,63	0,73	0,73	—	—
	0,25--0,5	0,84	0,63	0,94	0,98	0,98	0,80	—	—
	0,5—1	1,23	0,74	0,68	1,22	1,25	1,08	—	—
	1—2	1,21	1,17	1,52	1,96	1,68	1,36	—	—
	2—3	1,23	1,42	1,66	1,68	1,87	1,26	—	—
	3	0,88	1,03	0,94	1,73	1,59	1,26	—	—

Полученные данные (табл. 10) показали, что процентное содержание гумуса в агрегатах почти всех фракций выше, чем в почвах, причем наблюдается закономерное повышение гумуса во фракциях от 0,25 до 3 мм.

Наибольшее повышение содержания гумуса (до 3%) происходит в агрегатах верхнего горизонта, под травосмесями второго и третьего года пользования.

Много гумуса находится в агрегатах под люцерной — до 2,9% (фракция 0,5—1 мм), меньше под чистыми злаковыми травами: ежой сборной 1,83%, райграсом многоукосным 2,47%. Под хлопчатником содержание гумуса в агрегатах меньше, но все же во фракции 1—2 мм оно достигает 1,68% — очень высокой величины, принимая во внимание, что содержание гумуса в почве составляет только 0,73%; следовательно, бóльшая часть имеющихся под хлопчатником запасов гумуса находится в агрегатах.

Такое распределение гумуса в почвах под различными травами и в агрегатах, выделенных из этих почв, указывает, что в структурообразовании основную роль играют гумусовые вещества. Это подтверждается и тем, что повышение структурности почв в зависимости от занимающей поле культуры происходит в такой же последовательности, как и увеличение содержания гумуса, связанного с агрегатами.

Приведенные данные, показывающие резкое падение запаса гумуса в почве после четырехлетней культуры хлопчатника, а соответственно этому и сильное разрушение структуры, говорят о необходимости построения севооборотов, обеспечивающих максимальное поступление в почву органических веществ.

Из многолетних исследований СОЮЗНИХИ видно, что внесение под хлопчатник (20-летняя монокультура) органических удобрений в виде навоза, жмыха или запашки сидератов способствует сохранению и поддержанию плодородия на более высоком уровне во время пребывания хлопчатника в севообороте. Но одни органические удобрения, без травопольного севооборота, не могут обеспечить полное восстановление плодородия почвы и ее оструктуривание. Например, структурность почвы под травами при двух-трехлетнем пребывании их в севообороте оказалась выше, чем под хлопчатником, в течение 20 лет удобрявшемся навозом. Следовательно, единственно правильный путь к повышению плодородия сероземов, к их дальнейшему окультуриванию — это введение хлопково-травопольных и хлопково-люцерновых севооборотов с укороченной ротацией, при двухлетнем пребывании трав и с соблюдением всех мероприятий, увеличивающих их эффективность.

ВЛИЯНИЕ ТРАВОСМЕСЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Почвы совхоза Пахта-Арал, на которых проводились исследования, относятся по механическому составу к среднеиловато-пылевато-суглинистым.

Вследствие насыщенности поглощающего комплекса щелочноземельными основаниями и большого количества карбонатов светлые сероземы характеризуются высокой микроагрегированностью. По данным Розанова (1948), в них содержится агрегатов, размером 0,2—0,02 мм, от 30 до 40%, тогда как общее количество крупных агрегатов (>0,25 мм)

достигает только 5,6%. Светлые сероземы целинных земель Голодной степи характеризуются сравнительно небольшим и мало изменяющимся по профилю объемным весом (1,3—1,5), удовлетворительной общей (48—52%) и капиллярной (33—38%) скважностью и хорошей водопроницаемостью (Розанов, 1948).

По данным Розанова и Лебедева (1948), в дерновом и следующих за ним горизонтах целинных светлых сероземов до глубины 40—50 см не наблюдается уплотнения.

Под влиянием орошения профиль почв значительно изменился, чему в сильной степени способствовало выращивание хлопчатника. Являясь пропашной культурой, хлопчатник требует тщательной междурядной обработки, прополки, рыхления и т. д. и тем самым способствует обеструктуриванию почв, заплыванию их во время поливов, образованию плотной корки, образованию подпахотного уплотнения на глубине 25—40 см.

Появление подпахотного уплотнения в почвах в условиях Пахта-Арал (Лебедев, 1948) и в почвах Вахшской долины (Быстров, 1944) объясняется «усадкой грунта». Дополнительными факторами, усиливающими это явление, служат уплотняющее действие орудий обработки, поливной воды, вмывание тонкодисперсных частиц на некоторую глубину и за счет этого утяжеление механического состава в уплотненном горизонте и др.

Подпахотный уплотненный горизонт является барьером для проникновения в глубину корней различных сельскохозяйственных растений; по наблюдениям, корни хлопчатника, встречая этот уплотненный горизонт, изменяют свое стержневое строение, приобретая не свойственную им стелющуюся форму.

Таблица 11

Запас корневых масс под различными травами и травосмесями по горизонтам

Культура, поле севооборота, почва	Вес корневых масс (в т/га) по горизонтам (см)		
	0—20	20—50	50—70
Осоково-мятликовая растительность, светлый серозем, Голодная степь, разр. 55 Р, 1949	10,8	2,60	0,6
Хлопчатник по 4-му полю севооборота	2,6	0,90	0,2
Райграс многоукосный второго года, разр. 110	6,0	0,10	0,1
Ежа сборная второго года, разр. 111	4,3	1,70	0,2
Овсяница луговая второго года, разр. 106	7,3	1,60	0,3
Люцерна чистая второго года, разр. 116	9,1	2,80	1,3
Травосмесь второго года, разр. 103 К, 1949	10,7	2,80	0,4
Травосмесь трех лет, разр. 1 К	11,56	2,30	0,84
Травосмесь трех лет, 39 отвод, 8 карта	12,41	2,15	2,06
Травосмесь трех лет, 59 отвод, 5 карта	8,42	1,50	0,31
Люцерна чистая третьего года, 39 отвод, 9 карта	10,76	3,74	1,72
Ежа сборная трех лет, 59 отвод, 42 карта	9,16	2,61	0,74
Овсяница луговая, 39 отвод, 8 карта	11,05	2,41	0,37

Таблица 12

Физические свойства светлых сероземов совхоза Пахта-Арал

Глубина, см	Травосмесь первого года, 27 отвод, 15 карта. Разр. 2 К, 1950					Люцерна трех лет, 39 отвод, 9 карта. Разр. 9 К, 1950					Ежа сборная трех лет. Разр. 20 К, 1950					Хлопчатник четвертого года, 60 отвод, 7 карта. Разр. 128 К, 1949				
	об. вес	об. вес в % к породе	уд. вес	скважность, %	объем твердой фазы	об. вес	об. вес в % к породе	уд. вес	скважность, %	объем твердой фазы	об. вес	об. вес в % к породе	уд. вес	скважность, %	объем твердой фазы	об. вес	об. вес в % к породе	уд. вес	скважность, %	объем твердой фазы
1—6	1,39	100	2,63	47	53	1,27	99	2,61	51	49	1,43	98	2,77	48	52	1,38	110	2,60	47	53
6—11	1,38	98	2,63	47	53	1,54	119	2,63	41	59	1,55	106	2,77	45	55	1,42	113	2,70	45	55
15—20	1,45	104	2,58	44	56	1,59	1,23	2,63	40	60	1,67	114	2,64	37	63	1,63	130	2,56	36	64
20—25	—	—	—	—	—	1,50	116	2,63	43	57										
25—30	1,63	117	2,65	38	62	1,72	133	2,64	35	65	1,48	101	2,70	45	55	1,67	1,34	2,70	38	62
35—40	1,51	109	2,66	43	57	1,30	101	2,55	49	51	1,31	90	2,63	50	50	1,53	1,22	2,70	40	60
45—50	1,41	101	2,63	46	54	1,33	103	3,52	49	51	1,32	91	2,63	50	50	1,35	109	2,70	50	50
100—105	1,39	100	2,63	47	53	1,29	100	2,65	51	49	1,46	100	2,65	45	55	1,25	100	2,73	44	56
	Травосмесь трех лет, 51 отвод, 6 карта. Разр. 1 К, 1950					Травосмесь трех лет, 39 отвод, 8 карта. Разр. 7 К, 1950					Травосмесь трех лет, 59 отвод, 5 карта. Разр. 27 К, 1950					Травосмесь двух лет, 9 отвод, 8 карта. Разр. 108 К, 1949				
1—6	1,51	115	2,71	44	56	1,51	115	2,74	45	55	1,49	104	2,63	43	57	1,46	107	2,61	45	55
6—11	1,45	109	2,71	46	54	1,47	112	2,74	46	54	1,52	106	2,63	42	58	1,37	100	2,66	46	54
15—20	1,53	116	2,70	43	57	1,51	114	2,65	43	57	1,55	108	2,63	41	59	1,50	109	2,66	44	56
25—30	—	—	—	—	—	1,57	111	2,68	41	59	1,57	110	2,59	41	59	—	—	—	—	—
30—35	1,42	108	1,73	48	52	—	—	—	—	—						1,50	109	2,68	42	58
35—40	—	—	—	—	—	1,34	102	2,68	50	50	1,45	101	2,59	44	56	—	—	—	—	—
45—50	—	—	—	—	—	1,33	101	2,68	51	54	1,40	98	2,66	47	53	1,46	107	2,67	44	56
100—105	1,32	100	2,70	51	49	1,32	100	2,67	51	49	1,43	100	2,66	46	54	1,37	100	2,70	49	51
	Ежа сборная двух лет. Разр. 3 К, 1950					Райграс многоукосный двух лет. Разр. 4 К, 1950														
1—6	1,46	108	2,71	46	54	1,51	116	2,63	43	57										
6—11	1,53	113	2,71	40	60	1,52	116	2,63	42	58										
11—16	1,52	112	2,67	42	58	1,54	118	2,64	42	58										
20—25	1,56	116	2,55	39	59	1,63	124	2,61	38	62										
25—30	—	—	—	—	—	1,54	118	2,61	41	59										
35—40	1,69	125	2,56	34	66	1,60	122	2,63	40	60										
45—50	1,31	97	2,65	51	49	1,33	102	2,64	50	50										
100—105	1,35	100	2,55	47	53	1,31	100	2,65	51	49										

Из табл. 11 видно, что корни различных злаковых трав, люцерны и их травосмесей преодолевают уплотненный подпахотный горизонт успешнее, чем корни хлопчатника, если об этом судить по запасу корневых масс в уплотненном подпахотном горизонте.

Все травосмеси и злаковые травы, за исключением райграса многоукосного, корневая система которого сосредоточена в пределах 0—20 см, дают по сравнению с хлопчатником значительно больший запас корней в горизонте 20—50 см, где обычно наблюдается уплотненный подпахотный горизонт.

Люцерна второго и третьего года в горизонте подпахотного уплотнения имеет наибольший запас корневых масс (2,80—3,74 т/га). Однако через уплотненный горизонт проходят лишь отдельные крупные корни люцерны и степень пронизанности горизонта этими корнями очень небольшая.

Злаковые травы — ежа сборная и овсяница луговая — имеют хотя и меньший запас корней в уплотненном горизонте, чем люцерна (1,7—1,6 т/га), но они дают только тонкие корни. На травах третьего года запас корней в уплотненном подпахотном горизонте доходит до 2,4—2,6 т/га, достигая запаса, равного запасу в целинном светлом сероземе под осоково-мятликовой растительностью, причем корни также представлены густой разветвленной сеткой очень тонких корешков. Однако далеко не всегда и не все эти тонкие корни проникают через уплотненный подпахотный горизонт. Там, где уплотнение особенно сильное и верхняя поверхность уплотненного горизонта представляет собой как бы отполированную плиту, можно наблюдать сплетение корней по поверхности уплотненного горизонта; лишь некоторая часть корней проходит сквозь него.

Существенно важно, что запас тонких корней злаковых трав третьего года в горизонте подпахотного уплотнения почти такой же, как и запас корней под люцерной второго года, и больше запаса корней под травосмесями третьего года. Крупное значение этого факта заключается в том, что тонкие корни злаковых трав, пронизывая плотный подпахотный горизонт, будут постепенно нарушать его слитность, оставляя после своего отмирания тонкие ходы с остатками органического вещества.

Следовательно, можно полагать, что, благодаря культуре злаковых трав, физическое свойства почв изменяются в благоприятную сторону (табл. 12).

Уплотненный подпахотный горизонт наиболее резко выражен под хлопчатником — на глубине 15—35 см от поверхности с общей мощностью 20 см и объемным весом 130—134% от породы.

Под всеми травами, злаковыми и люцерной, уплотнение в подпахотном горизонте меньше, чем под хлопчатником: объемный вес под злаковыми травами 114, 116, 124% от породы, а под люцерной 127, 133% мощность уплотненного горизонта сокращается до 15 см.

Влияние травосмесей второго и третьего года пользования на уменьшение подпахотного уплотнения еще заметнее: объемный вес снижается до 108, 109, 114, 116% от породы.

Уменьшение подпахотного уплотнения сказалось и на размерах общей скважности. Под хлопчатником в горизонте подпахотного уплотнения скважность наименьшая (36—38%), под люцерной и злаковыми травами она колеблется в пределах 35—40%, под травосмесями второго и третьего года пользования в пределах 41—44%.

Следовательно, культура травосмесей, способствуя своей корневой системой разрушению уплотненного подпахотного горизонта, в большей степени улучшает физические свойства почв, чем отдельные злаковые и бобовые травы.

Если принять во внимание, что почва под хлопчатником сильно распылена и содержание в ней водопрочных агрегатов очень невелико, то можно считать, что скважность под хлопчатником преимущественно капиллярная. Под травами и травосмесями соотношение капиллярной и некапиллярной скважности должно измениться в лучшую сторону вследствие большего оструктуривания верхних горизонтов почвы. Значит, и другие физические свойства почвы под травами будут более благоприятными.

Егоров (1948) изучал впитывание и водопроницаемость почв под хлопчатником и люцерной. Местом его исследования был 39 отвод и близкий к нему 37 отвод совхоза Пахта-Арал, приблизительно на тех же картах, где нами изучалось влияние травосмесей на изменение почв. Из его данных видно, что впитывание и водопроницаемость верхних горизонтов почв зависят от возделываемой культуры.

Под культурой люцерны на незасоленном светлом сероземе в первые десять минут впиталось около 40 м³/га, а за два часа 900 м³/га.

На участке с хлопчатником вода заметно впитывалась только в первые десять минут, когда заполнялись образовавшиеся от пересыхания почвы трещины; за эти десять минут впитывалось 270 м³/га, а за последующие 1 час 50 минут впиталось очень мало воды — 30 м³/га. Всего за два часа впиталось 300 м³/га. Следовательно, культура люцерны улучшает впитывание, позволяя вместить в почву за одно и то же время воды в три раза больше, чем хлопчатник.

Также благоприятно влияет культура люцерны и на скорость фильтрации воды в пахотном и подпахотном уплотненном горизонте (0—14 см, 20—30 см), которая достигала 200 м³/га в час. Скорость фильтрации под культурой хлопчатника на этих же глубинах несравненно меньше: за первые десять часов только 14—20 м³/га в час.

Если культура люцерны оказала такое благоприятное воздействие на первоначальное впитывание воды в почву и скорость фильтрации, то можно ожидать, что влияние травосмесей на эти свойства будет еще значительнее вследствие более резких изменений физических свойств под травосмесями.

ВЫВОДЫ

1. На орошаемых светлых сероземах накапливается большое количество корневых масс, запас которых под травосмесями второго и третьего года пользования, в слое 0—70 см, соответственно достигает 14,6 и 16,6 т/га. Под травосмесями и чистой люцерной накапливаются почти одинаковые запасы корневых масс, однако под травосмесями накапливается больше мелких корней, чем под люцерной.

2. Обогащение светлых сероземов под травосмесями свежим органическим веществом в виде корневых остатков приводит к накоплению в них гумуса. Наибольшее накопление гумуса достигается под травосмесями второго года пользования. На третьем году пребывания трав темп накопления гумуса замедляется.

3. Под травосмесями значительно улучшается структура почв. Количество водопрочных агрегатов $> 0{,}25$ мм под травосмесями второго года пользования в полтора-два раза больше, чем на старопашке под хлопчатником по 4-му полю севооборота, а под травосмесями

третьего года — в полтора-два раза больше, чем на целинном светлом сероземе.

4. Большое значение органического вещества в структурообразовании выясняется по данным определения гумуса в водопрочных агрегатах. Во всех агрегатах гумуса значительно больше, чем во всей почвенной массе.

5. При существующей агротехнике за трехлетнее пребывание травосмесей на полях (а тем более двухлетнее) подпахотный уплотненный горизонт не разрушается до конца, но под травосмесями уплотнение значительно меньше, чем под хлопчатником.

6. Приобретаемые почвой при возделывании травосмесей положительные свойства быстро утрачиваются под влиянием культуры хлопчатника. Из этого положения вытекает необходимость построения хлопково-травопольных севооборотов с укороченной ротацией при двухлетнем пребывании трав.

ЛИТЕРАТУРА

Антипов-Каратаев И. Н., Келлерман В. В. и Хан Д. В. О почвенном агрегате и методах его исследования. Изд. АН СССР, 1948.

Бекаревич Н. Е. Материалы к новой методике определения агрегатов почв (отд. оттиск трудов Днепропетр. с.-х. ин-та, т. II—III). 1948.

Белякова Л. П. К вопросу об осенних сроках посева люцерны. «Изв. Тадж. фил. АН СССР», № 10, 1944.

Белякова Л. П. Правильные севообороты и плодородие почв. Почвы Вахшской долины и их мелиорация. Сталинабад, 1947.

Голодковский Л. П. и Голодковский Л. Л. Корневая система люцерны и плодородие почвы. СоюзНИХИ, Ташкент, 1937.

Гедройц К. К. К вопросу о почвенной структуре и ее сельскохозяйственное значение. «Изв. Гос. ин-та опытн. агрон.», т. 3, 1926.

Димо В. Н. Физические свойства и водный режим орошаемых сероземов Голодной степи. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. XXIX, 1948.

Дорман И. А. Травопольные севообороты. Ташкент, 1949.

Егоров Л. И. Водопроницаемость почв и материнских пород северо-западной части Голодной степи. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. XXIX, 1948.

Зонштейн Л. Я. Травосмеси на орошаемых и богарных сероземах. «Сов. агрон.», № 5, 1950.

Качинский Н. А. Корневая система растений в почвах подзолистого типа. «Тр. Моск. обл. с.-х. оп. станции», в. 7, ч. 1, 1925.

Качинский Н. А. О некоторых неправильных теориях структурообразования почвы. «Почвоведение», № 10, 1949.

Ковда В. А. Грунтовые воды Голодной степи. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. XXIX, 1948.

Ковда В. А. и Мамаева Л. Я. Пределы токсичности солей в почвах Пахта-Арал (Голодная степь) для люцерны и хлопчатника. «Почвоведение», № 4, 1939.

Кононова М. И. и Лагунова Е. П. Результаты по изучению органического вещества сероземов совхоза Пахта-Арал КССР. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. XXIII, 1940.

Костычев П. А. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. СПб., 1886.

Лебедев Ю. П. О причинах образования в почвах поверхностного и подпахотного уплотнения. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», 1948.

Павлов Г. И. Динамика строения пахотного горизонта в условиях орошаемого земледелия и причины, ее обусловливающие. «Тр. Ак-Кавакской оп. станции», № 6, 1930.

Разницына Е. А. Микроорганизмы в почвах Вахшской долины и их роль в плодородии почв. Почвы Вахшской долины и их мелиорация. Сталинабад, 1947.

Розанов А. Н. Почвы Голодной степи. «Тр. Почв. ин-та АН СССР», т. XXIX, 1948.

Розанов А. Н. Сероземные почвы и травопольные севообороты. «Почвоведение», № 2, 1951.

Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. Изд. АН СССР, 1951.

Рыбаков М. Корневая система яблони на мощном и деградированном черноземе. Физика почв СССР. Сельхозгиз, М., 1936.

Саввинов Н. И. Структура почвы и ее производственное значение. Юб. сб. «Академик В. Р. Вильямс. 50 лет научно-педагогической и общественно-политической деятельности». М., 1935.

Саввинов Н. И. Влияние многолетних трав и прочность структуры. Физика почв СССР. М., 1936.

Тюлин А. Ф. О более детальной характеристике выделения ила при подготовке почвы к механическому анализу. Физика почв СССР. М., 1936.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

В. А. Ковда, В. В. Егоров, А. Т. Морозов и Ю. П. Лебедев. Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности 5

А. Н. Розанов. Зональные почвы равнин и предгорий Кура-Араксинской низменности 79

В. А. Ковда. Проблемы Барабинской низменности. 157

В. В. Егоров. Образование приморских солончаков на маршевых террасах в Западном Прикаспии 187

А. Т. Морозов и И. А. Верниковская. Капиллярное поднятие воды и солевых растворов в опытах на монолитах 211

В. В. Егоров и *А. А. Будакова.* Фильтрационные свойства почв и качество поливной воды 234

А. Т. Морозов и *И. А. Верниковская.* Водные свойства почв и выщелачивание солей (К вопросу о промывках тяжелых солонцеватых почв) 243

Н. И. Базилевич, Р. А. Калашникова и *Е. А. Ярилова.* О накоплении аморфной кремнекислоты в почвах 262

Н. И. Базилевич. Химический состав коллоидов осолодевающих солонцов и солодей 281

А. И. Зеленова. Содержание иода в почвах Кура-Араксинской низменности 289

Д. Н. Иванов и *В. С. Муратова.* Распространение лития в засоленных почвах 294

Д. Н. Иванов. Распространение рубидия в засоленных почвах 302

С. И. Печер, С. Н. Золотарев, Е. А. Тонкаль, Р. П. Добряк и *Л. А. Дашевский.* Приемы освоения и окультуривания солончаков в условиях Киргизской ССР 307

П. И. Шаврыгин. Солевой режим орошаемых почв, состояние и урожайность хлопчатника при различной удаленности от дрен 328

М. А. Агамиров. Опыт промывки засоленных почв в Геокчайском районе Азербайджанской ССР 348

М. А. Агамиров, Т. Т. Ковтун и *Т. А. Мамедов.* Подбор наилучших культур-освоителей на промывных почвах Ширвани 357

М. А. Агамиров и *М. Б. Кулиев.* О сроках посева и подборе компонентов травосмеси на засоленных почвах Ширвани 367

А. В. Козлова. Влияние культуры травосмесей на орошаемые светлые сероземы 386

Утверждено к печати
Почвенным институтом
Академии Наук СССР

*

Редактор издательства *В. Я. Марков*
Технический редактор *Т. В. Алексеева*
Корректор *Н. Н. Певцова*

*

РИСО АН СССР № 44-28В. Т-04073. Издат. № 358.
Тип. заказ № 222. Подп. к печ. 17/VI 1954 г.
Формат бум. 70×108¹/₁₆. Бум. л. 13+2 вклейки.
Печ. л. 35,62+2 вклейки.
Уч.-издат. л. 35,50+0,1 л. вкл. Тираж 2000.

Цена по прейскуранту 1952 г. 25 руб.

2-я тип. Издательства Академии Наук СССР
Москва, Шубинский пер., д. 10